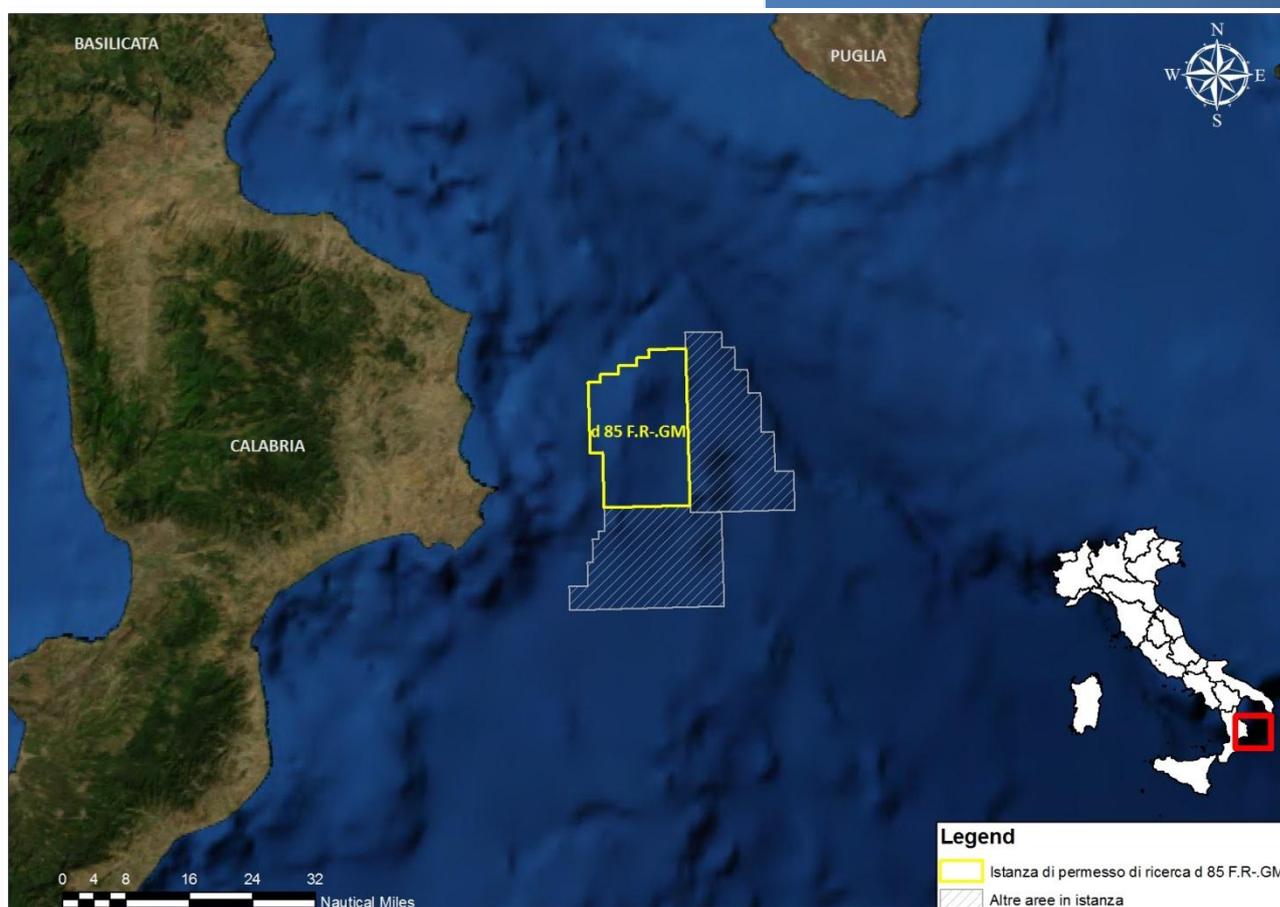


Ottobre 2014

Studio di Impatto Ambientale (SIA)

Istanza di Permesso di Ricerca in Mare

“d 85 F.R.-GM”



Proponente:

Global MED, LLC



Sommario

1	INTRODUZIONE	14
1.1	Ubicazione geografica dell'area di intervento	14
1.2	Motivazione del progetto	15
1.3	Alternative di progetto	16
1.3.1	Alternativa zero	16
1.3.2	Tecnologie alternative	17
1.4	Descrizione del proponente	18
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	20
2.1	Impostazione dell'elaborato	20
2.2	Normativa di riferimento	21
2.2.1	Normativa in ambito internazionale	21
2.2.2	Normativa Europea di settore	27
2.2.3	Normativa nazionale	30
2.3	Linee guida per la tutela dei mammiferi marini	37
2.3.1	Linee guida emanate dal JNCC	38
2.3.2	Linee guida emanate da ACCOBAMS	40
2.3.3	Linee guida redatte dall'ISPRA	44
2.4	Regime vincolistico	45
2.4.1	Aree naturali protette costiere	45
2.4.2	Siti di Interesse Comunitario e Zone a Protezione Speciale (Rete Natura 2000)	48
2.4.3	Aree marine protette (AMP)	49
2.4.4	Zone di ripopolamento e Zone di tutela biologica (ZTB)	53
2.4.5	Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Areas" (IBA)	55
2.4.6	Aree archeologiche marine	56
2.4.7	Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN)	60
2.4.8	Aree vincolate in base a specifiche ordinanze emesse dalla Capitaneria di Porto	62
2.4.9	Aree soggette a vincoli paesaggistici	64
2.4.10	Aree marine militari	66
2.5	Zonazione sismica	70
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	76
3.1	Inquadramento geografico del progetto	76
3.1.1	Generalità dell'intervento	76
3.1.2	Ubicazione dell'area di intervento	78
3.2	Obiettivi della Ricerca	79



3.3	Programma lavori del permesso di ricerca	83
3.3.1	Prima fase di ricerca.....	83
3.3.2	Seconda fase.....	84
3.3.3	Terza fase	85
3.4	Descrizione delle tecnologie di ricerca	85
3.4.1	Indagine geofisica: il metodo sismico	86
3.5	Programma di acquisizione geofisica off-shore	92
3.5.1	Metodi e mezzi impiegati.....	92
3.5.2	Parametri di acquisizione	94
3.5.3	Prevenzione di rischi e potenziali incidenti.....	95
3.5.4	Eventuali opere di ripristino.....	96
3.5.5	Durata delle attività	96
3.6	Descrizione generale dell'eventuale fase di perforazione.....	96
3.6.1	Tipologia delle piattaforme di perforazione off-shore	97
3.6.2	Progettazione di un pozzo.....	98
3.6.3	Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali	99
4	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	100
4.1	Piano di monitoraggio ambientale	100
4.2	Suolo e sottosuolo.....	102
4.2.1	Caratteristiche geomorfologiche e batimetriche	102
4.2.2	Inquadramento geologico regionale.....	104
4.2.3	Panorama geologico locale	107
4.3	Ambiente marino	127
4.3.1	Condizioni meteo-marine.....	127
4.3.2	Regime ondometrico.....	129
4.3.3	Salinità.....	130
4.3.4	Venti.....	134
4.3.5	Correnti marine	134
4.4	Flora e fauna	137
4.4.1	Plancton	137
4.4.2	Ittiofauna.....	138
4.4.3	Mammiferi marini.....	141
4.4.4	Rettili marini	158
4.4.5	Benthos e Biocenosi.....	160
4.4.6	Nursery.....	163



4.4.7	Avifauna	168
4.5	Aree naturali protette.....	168
4.5.1	Aree Naturali Protette costiere	168
4.5.2	Zone marine e costiere interessate da siti Rete Natura 2000	168
4.5.3	Aree marine protette	169
4.5.4	Zone marine e costiere interessate da “Important Bird Areas” (IBA).....	171
4.6	Contesto socio-economico	174
4.6.1	Andamento demografico	174
4.6.2	Contesto economico	176
4.6.3	Utilizzazione dell’area costiera	177
4.6.4	Traffico marittimo.....	178
4.6.5	Pesca	180
5	ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI	190
5.1	Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti e componenti ambientali interessate 190	
5.1.1	Azioni di progetto	191
5.1.2	Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto	191
5.1.3	Componenti ambientali interessate	192
5.2	Identificazione degli impatti ambientali	193
5.2.1	Interazioni tra azioni di progetto e componenti ambientali	194
5.3	Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto	194
5.4	Analisi e stima degli impatti sulle diverse componenti ambientali	197
5.4.1	Impatto sulla componente atmosfera	197
5.4.2	Impatto sulla componente ambiente idrico.....	199
5.4.3	Impatto sulla componente clima acustico marino	201
5.4.4	Impatto sulla componente Flora, Fauna, Ecosistemi.....	206
5.4.5	Impatto sulla componente Paesaggio.....	218
5.4.6	Impatto sulla componente contesto Socio-Economico	222
5.4.7	Impatti cumulativi con altri piani e progetti.....	224
6	MITIGAZIONI.....	228
6.1	Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina	228
6.2	Mitigazioni atte ad evitare l’intrappolamento di tartarughe.....	229
6.3	Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca.....	231
6.4	Mitigazioni atte alla prevenzione di potenziali incidenti in mare	231
7	BIBLIOGRAFIA	233



Indice degli allegati

Allegato 1: carta nautica;

Allegato 2: carta batimetrica;

Allegato 3: carta dei Siti Rete Natura 2000;

Allegato 4: descrizione dei Siti Rete Natura 2000;

Allegato 5: Procedure di sicurezza e salute di Global MED;

Allegato 6: Brochure della compagnia Global MED;

Allegato 7: Piano di gestione delle emergenze per indagini geofisiche;

Allegato 8: Certificato di proprietà di Global MED.

Elaborato preparato da G.E.Plan Consulting S.r.l.

Redatto da Dott. Biol. Davide De Battisti, Dott. Geol. Raffaele Di Cuia, Dott.ssa Enrica Battara, Dott. Stefano Borello, Dott.ssa Paola Ferretto, Dott. Angelo Ricciato, Dott.ssa Valentina Negri, Dott. Geol. Alessandro Criscenti , Dott. Raffaele Bitonte

Nel mese di Settembre 2014

Dott. Geol. Raffaele Di Cuia	Dott. Biol. Davide De Battisti (Iscrizione Ordine dei Biologi regione Toscana – Sez. A – N. AA_071019)
------------------------------	---

Ferrara, li



Indice delle figure

Figura 2.1 – Mappa con indicazione delle zone marine così come rimodulate dal D.M. 09/08/2013 (fonte: Ministero dello sviluppo economico, unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp)	31
Figura 2.2 - Mappa dei Parchi Nazionali Presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it).....	46
Figura 2.3 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/zone-umide-di-importanza-internazionale).....	48
Figura 2.4 - Aree marine protette nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-istituite).....	51
Figura 2.5 - Aree Marine Protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-prossima-istituzione)	52
Figura 2.6 - Aree Marine di Reperimento, meritevoli di tutela, ma per cui non è ancora iniziato nessun iter istruttorio (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-reperimento)	53
Figura 2.7 – Zone di Tutela Biologica presenti nel territorio italiano. La carta non include le ZTB istituite in modo autonomo dalle Regioni Sicilia e Sardegna (fonte: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, "Lo Stato della Pesca nei Mari Italiani" – Capitolo 10.6)	54
Figura 2.8 - Important Bird Areas (IBA) presenti lungo le coste orientali della Calabria, evidenziate in viola, con indicazione (in rosso) dell'area "d 85 F.R.-GM" e delle altre aree in istanza di permesso di ricerca presentate a nome Global MED	55
Figura 2.9 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: Caffio, 2007)	56
Figura 2.10 - Mappa schematica dei ritrovamenti archeologici nel database Archeomar 1, con indicazione dell'area in istanza di permesso di ricerca. I punti arancio indicano i relitti, quelli verdi i reperti isolati, quelli gialli le strutture (fonte: www.archeomar.it , modificata)	57
Figura 2.11 – Quadro d'unione dei ritrovamenti censiti in Archeomar 1 e zoom sui fogli 13 e 14, che coprono il tratto di costa compreso tra Cirò Marina e Capo Rizzuto. Con la crocetta nera nei fogli è indicata l'ubicazione dei reperti (fonte: Atlante Archeomar 1, modificata)	58
Figura 2.12 - Mappa della distribuzione e ubicazione dei Siti di Interesse Nazionale decretati dal Min. Ambiente nel 2013; tra essi si differenziano in SIN di competenza del Ministero dell'Ambiente (in blu) e SIN passati di competenza regionale (in rosso; fonte: www.minambiente.it).....	60
Figura 2.13 - Limiti ed aree di interesse operativo nel Golfo di Taranto e nel mar Ionio settentrionale, con indicazione dell'area in istanza (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf - modificata).....	63
Figura 2.14 – Carta Nautica con indicazione delle aree di rispetto trattate nell'Ordinanza n. 18 del 2010 della Capitaneria di Porto di Crotona, relativamente all'area in istanza (fonte: Admiralty Chart Golfo di Taranto - modificata)	64
Figura 2.15 – Mappa dei siti vincolati ai sensi de D.Lgs. 42/2004 relativi alla Regione Calabria, in giallo (fonte: database SITAP, modificato - sitap.beniculturali.it/).....	65
Figura 2.16 – Mappa della geometria del sito soggetto a vincoli paesaggistici "Area costiera che si estende da Crotona fino a Capo Colonna dove sorgono i resti del Santuario di Hera Lacina (V.CODVIN 180003)"; al	



suo interno è presente un altro sito “Area panoramica litoranea sita nel Comune di Crotona (V.CODVIN 180002)” (fonte: database SITAP, sitap.beniculturali.it/)	66
Figura 2.17 - Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall’Istituto Idrografico della Marina e scaricata dalla Premessa agli Avvisi ai Naviganti 2014 (fonte: www.marina.difesa.it)	68
Figura 2.18 – Estratto della Carta n. 1050 relativa al Golfo di Taranto, con indicazioni delle aree militari e del blocco oggetto del presente studio, in rosso (fonte: www.marina.difesa.it)	69
Figura 2.19 – Mappa della classificazione sismica del territorio italiano aggiornata al 2014 (fonte: www.protezionecivile.gov.it)	71
Figura 2.20 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale aggiornata al 2006; in essa sono state caratterizzate anche le aree costiere alla penisola (fonte: www.protezionecivile.gov.it)	72
Figura 2.21 – Estratto della mappa di pericolosità sismica nazionale, relativa alla regione Calabria con ubicazione dell’area di studio prospiciente alle coste orientali della regione (fonte: www.protezionecivile.gov.it, modificata)	73
Figura 2.22 - A sinistra: zonazione morfostrutturale (in nero) e nodi sismogenetici (circoli rossi) identificati per il territorio italiano e le regioni circostanti per una $M \geq 6.0$ (Gorshkov et al., 2002; 2004); a sinistra: DGA del territorio italiano calcolata utilizzando sia la zonazione sismogenetica (Meletti e Valensise, 2004) che i nodi sismogenetici (Gorshkov et al., 2002, 2004) (fonte: Panza e Peresan, 2010)	74
Figura 2.23 – Mappa dei principali eventi sismici avvenuti in un ampio areale limitrofo all’area in oggetto negli ultimi 30 anni (1984-2014); i punti colorati indicano l’ubicazione dell’ipocentro di ciascun evento; il diametro la magnitudo sprigionata e il colore la profondità espressa in chilometri (fonte dei dati: iside.rm.ingv.it/iside; mappa di base da GoogleEarth)	75
Figura 3.1 – Localizzazione dell’area in istanza di permesso di ricerca, indicata dal poligono rosso e delle altre aree per cui Global MED ha presentato istanza di permesso di ricerca	76
Figura 3.2 – Distribuzione delle linee sismiche pubbliche eseguite in passato nel Mar Ionio con indicazione dell’area oggetto di studio	77
Figura 3.3 – Vertici dell’area in istanza, indicata in rosso, proiettata sulla carta nautica n. 919: “da Punta Stilo a Capo S. Maria di Leuca”, dell’Istituto Idrografico della Marina	78
Figura 3.4 – Colonna stratigrafica localizzata in prossimità dell’area di interesse (fonte: Mavromatidis, 2009).	80
Figura 3.5 – Sezione diagrammatica che attraversa l’onshore e l’offshore italiano fino a raggiungere le coste Albanesi (fonte: www.iene.gr/symposium-cyprus2012/articlefiles/2nd-session/Nikolaou.pdf)	81
Figura 3.6 – Analisi sismica preliminare dei potenziali play presenti nell’area di interesse (fonte: Wavetech, Fugro Geoteam)	82
Figura 3.7 – Ubicazione delle linee sismiche 2D in progetto di acquisizione, all’interno del perimetro dell’istanza di permesso di ricerca idrocarburi “d 85 F.R.-GM”	84
Figura 3.8 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org)	87
Figura 3.9 – Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed”, scoppio “Fired” e rilascio “Implosion” (fonte: www.usgs.gov)	88



Figura 3.10 – Streamer o cavo sismico per l’acquisizione a sinistra (fonte: www.ig.utexas.edu) e Boa di coda a destra (fonte: www.seamap.com)	89
Figura 3.11 – Serie di idrofoni usati per l’acquisizione del segnale off-shore (fonte: www.oilonline.com)	89
Figura 3.12 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.geoexpro.com)	90
Figura 3.13 – Esempio di modello 3D ottenuto dall’elaborazione di un’acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com)	91
Figura 3.14 – Esempio di nave per acquisizione sismica durante l’acquisizione (fonte: www.gas-naturale.ch/gas-naturale/estrazione).....	92
Figura 3.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell’array tipo 3 (in pianta) per un array composto da 40 air-gun. In verde sono rappresentati i cluster (elementi sorgente che sono sufficientemente vicini tra loro da agire come sorgente unica) ed in bianco le sorgenti singole	95
Figura 4.1 – Localizzazione dell’area in istanza di permesso di ricerca, indicata dal poligono rosso	102
Figura 4.2 - Ubicazione dell’area in istanza (poligono in rosso) con indicazione della batimetria	103
Figura 4.3 – Linea sismica M5 in corrispondenza dell’area in istanza, avente direzione NE-SW (fonte: Merlini et al., 2000)	103
Figura 4.4 – Quadro geodinamico attuale. Si possono osservare quattro zone di subduzione: zona Appennino-Maghrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-Greco-Taurica direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)	104
Figura 4.5 – Evoluzione paleodinamica dell’area mediterranea dal Miocene superiore al presente (fonte: Mantovani, 2005, in: Finetti, 2005)	105
Figura 4.6 – Vettori GPS che mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)	106
Figura 4.7 – Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni di anni: subduzione Alpina, subduzione Appenninica e subduzione Dinarica-Ellenide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)	106
Figura 4.8 – Ricostruzione paleogeografica del Mediterraneo centro-occidentale; CPT – Arco Calabro-Peloritano (fonte: Handy et al., 2010; Michard et al., 2002; Patacca e Scandone, 2007 modificato da Vitale , 2013)	108
Figura 4.9 – Evoluzione paleogeografica del sistema arco Calabro-Peloritano nel Miocene superiore - Pliocene Medio (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)	109
Figura 4.10 – Particolare della Carta geologica d’Italia nell’area dell’Arco Calabro-Peloritano. È possibile osservare come le unità del Complesso delle Calabridi (in blu) siano delimitate a nord dalla “linea di Sanginetto” e a sud dalla “linea di Taormina”. Mappa modificata con inserimento dell’area in istanza (in rosso), le altre aree in istanza Global MED (in grigio) e la linea sismica CROP M-5 (in blu)	110
Figura 4.11 – Ricostruzione Paleogeografica del sistema di avan-arco. (B) Rollback della crosta continentale Africana che causa il collasso del margine Tirrenico verso nord e l’accavallamento della crosta Africana. L’arretramento della linea di subduzione provoca la segmentazione del sistema di avanfossa, guidato da faglie di trasferimento. (C) A partire dal Pleistocene medio, si registra l’attivazione del sistema di faglie Ganzirri-Scilla (ENE-WSW) (Guarnieri e Carbone, 2003). Evoluzione paleogeografica dal tardo Tortoniano al presente (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)	111



Figura 4.12 – Carta morfotettonica della Calabria meridionale e Sicilia orientale. È possibile osservare la distribuzione dei numerosi segmenti di faglie normali (fonte: Monaco et al., 2007)	112
Figura 4.13 – Sezione geologica crostale che attraversa la Calabria (fonte: Van Dijk et al., 2000)	113
Figura 4.14 – Schema geologico-strutturale del settore settentrionale dell’Arco Calabro; 1 = sequenze medio-suprapliocenico-pleistoceniche; 2 = sequenze tortoniano-infraplioceniche; 3 = Unità di Stilo; 4 = Unità di Polia-Copanello; 5 = Unità di Castagna; 6 = Unità di Bagni; 7 = Unità ofiolitifere (Unità del Frido + Unità ofiolitifera superiore); 8 = Unità di Longobucco, basamento; 9 = Unità di Longobucco, copertura; 10 = Unità sicilidi; 11 = Unità del Cilento; 12 = Unità carbonatiche della catena appenninica (fonte: Tortorici, 1982)	115
Figura 4.15 – Distribuzione delle Linee CROP in Italia meridionale. Evidenziata in viola è la linea CROP M-5 che più si avvicina all’area in istanza di permesso di ricerca	116
Figura 4.16 – Linea sismica regionale “CROP M-5” nello Ionio lungo l’intero sviluppo della Catena Appenninica; a) settore di Catena; b) settore di Avanfossa e Avampaese (fonte: Merlini et al., 2000)	117
Figura 4.17 – Evoluzione tettonica del sistema Appenninico meridionale e dell’arco Calabro dal tardo Oligocene all’attuale (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)	120
Figura 4.18 – Sezione stratigrafica del Bacino di Crotona (con le relative formazioni presenti; in rosso le faglie e in asterisco i principali target)	122
Figura 4.19 – Ubicazione dei pozzi Florida 001 e Filomena 001	124
Figura 4.20 – Pozzo Florida 001. Rappresentazione della sequenza stratigrafica del bacino di Crotona (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi , modificata)	125
Figura 4.21 – Pozzo Filomena 001. Si nota la complessità della zona. Per questo la stratigrafia è di difficile interpretazione (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi , modificata)	126
Figura 4.22 – A sinistra: tabella con caratteristiche delle stazioni mareografiche di Crotona e Taranto. A destra: mappa satellitare con l’area oggetto di studio e le due stazioni mareografiche (fonte dei dati: www.mareografico.it)	127
Figura 4.23 – Variazione della temperatura dell’acqua nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)	128
Figura 4.24 – Variazione della temperatura dell’aria nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)	128
Figura 4.25 – Variazione del livello idrometrico nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)	129
Figura 4.26 – Altezze di picco del moto ondoso raggiunte nella boa di Crotona da luglio 2005 a luglio 2006 e grafico indicante lo spettro delle altezze raggiunte dal moto ondoso (in metri) nello stesso periodo (fonte: www.idromare.it)	129
Figura 4.27 – Clima ondoso nella stazione ondometrica di Crotona per il periodo da luglio 2002 a luglio 2007 (a sinistra) e per il periodo da luglio 2006 a luglio 2007 (a destra) (fonte: www.idromare.it)	130
Figura 4.28 – Mappa della distribuzione della salinità in PSU nel Mar Mediterraneo a 30 metri di profondità (fonte: www.gnoo.bo.ingv.it)	131



Figura 4.29 – Mappa delle profondità alla quale vi è rimescolamento delle acque (fonte: www.gnoo.bo.ingv.it)	131
Figura 4.30 – Valore medio dei minimi di salinità nell’intervallo di profondità 0-250 metri calcolato in aree di 0.5° x 0.5° per gli anni 2004, 2005, 2006 (fonte: Poulain e Barbanti, 2007)	132
Figura 4.31 – Valore medio dei massimi di salinità nell’intervallo di profondità 0-2000 metri, calcolato in aree di 0.5° x 0.5° per gli anni 2004, 2005, 2006 (fonte: Poulain e Barbanti, 2007)	133
Figura 4.32 - Confronto tra le direzioni dei venti nelle stazioni mareografiche di Taranto e Crotona nel 2013 (fonte: www.mareografico.it)	134
Figura 4.33 – Circolazione semplificata delle correnti all’interno del bacino mediterraneo. “G” sta per Gyre: sistemi di circolazione parzialmente chiusa, in cui una determinata massa d’acqua assume localmente un moto circolare indotto dalla frizione con correnti maggiori e/o venti dominanti. Effetti: isolamento (in senso generale) di porzioni di mare (fonte: Università di Padova)	135
Figura 4.34 – Circolazione delle correnti superficiali (AW), intermedie (LIW) e profonde (EMDW) nel Mar Ionio (da Theocharis et al. 1993). AW-a (blu scuro): circolazione superficiale stagionale delle acque modificate di origine atlantica; AW-s (azzurro): circolazione superficiale stagionale delle acque modificate di origine atlantica; LIW (rosso): circolazione delle acque intermedie di origine Levantina; EMDW (nero): acque profonde del Mediterraneo Orientale (fonte: Lo stato della pesca e dell’acquacoltura nei mari italiani, Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2011)	136
Figura 4.35 – Velocità delle correnti vicino alla superficie e alla profondità di 360 metri. Dati del febbraio 2014, ricavati dal sito internet del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa – GNOO (fonte: gnoo.bo.ingv.it).	136
Figura 4.36 - Distribuzione spaziale della clorofilla a derivata da dati satellitari, come riportato da D’Ortenzio e Ribera d’Acalà, 2009 (fonte: Siokou-Frangou et al., 2010)	137
Figura 4.37 – Area di campionamento della campagna DESEAS del 2001 (fonte: D’Onghia et al., 2001).....	139
Figura 4.38 – Campagne di campionamenti da cui sono stati tratti i dati utilizzati da Maiorano et al., 2010 (fonte: Maiorano et al., 2010)	139
Figura 4.39 – Specie trovate durante le campagne mostrate in Figura 4.37 con il relativo range batimetrico (fonte: Maiorano et al., 2010)	140
Figura 4.40 - I nove settori biogeografici dei mari Italiani (fonte: S.I.B.M. - www.sibm.it/CHECKLIST/BMM%2017(s1)%202010%20Checklist%20II/02%20Introduzione%20Check.pdf)	142
Figura 4.41 - Sopra, immagine tratta dal sito OBIS-SEAMAP (Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebate Populations) in cui viene evidenziata, in giallo, l’area presa in considerazione. (seamap.env.duke.edu/); Sotto, legenda delle specie presenti nell’area considerata (fonte: Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebate Populations - seamap.env.duke.edu/)	144
Figura 4.42 - Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	146
Figura 4.43 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	147



Figura 4.44 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	149
Figura 4.45 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	150
Figura 4.46 - Distribuzione del Globicefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	151
Figura 4.47 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	152
Figura 4.48 - Distribuzione del Tursiope nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	153
Figura 4.49 - Distribuzione della Stenella striata nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	154
Figura 4.50 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	155
Figura 4.51 - Avvistamenti di Orche nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)	156
Figura 4.52 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)	157
Figura 4.53 - Lista dei rettili marini dei mari italiani. La colonna 6 fa riferimento alla fauna presente nello Ionio settentrionale (fonte: www.sibm.it)	159
Figura 4.54 - Presenza di Caretta caretta nei mari Italiani, indicata come numero di gruppi per chilometro (fonte: Strategia per l'Ambiente Marino - Ispra 2012)	160
Figura 4.55 – Aree di campionamento della Campagna DESEAS del 2001 (fonte: Tecchi et al. 2001)	162
Figura 4.56 – Periodo riproduttivo delle principali specie target della pesca nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)	164
Figura 4.57 – Aree di nursery del nasello (<i>Merluccius merluccius</i>) nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)	165
Figura 4.58 - Aree di nursery del gambero rosa (<i>Parapenaeus longirostris</i>) nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)	166
Figura 4.59 - Aree di nursery dello scampo (<i>N. norvegicus</i>) nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)	167
Figura 4.60 - Cartografia dell’area marina protetta Capo Rizzuto con riferimento alle zone con diverso grado di protezione (fonte: www.riservamarinacaporizzuto.it/pagina.php?ref=cartografia.htm)	170
Figura 4.61 – Localizzazione dei comuni della provincia di Crotona, bagnati dal Mar Ionio e dal Golfo di Taranto	175
Figura 4.62 - Trend della popolazione della provincia di Crotona dal 2001 al 2011 (fonte: www.urbistat.it)	176
Figura 4.63 - Trend della popolazione della regione Calabria dal 2001 al 2011 (fonte: www.urbistat.it)	176
Figura 4.64 - Merce nel complesso della navigazione (migliaia di tonnellate); anni 2007-2010 (fonte: www.regione.calabria.it/trasporti)	178
Figura 4.65 – Carta Nautica del Golfo di Taranto con evidenziata in rosso l’area in istanza	180



Figura 4.66 - Ripartizione delle Mediterraneo nelle 30 aree sub-geografiche come stabilito dalla risoluzione 31/2007/2 della Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo (fonte: Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani – Capitolo 2, aspetti ecologici).....	181
Figura 4.67 - Delimitazione geografica della GSA 19 (fonte: “Lo stato della pesca e dell'acquacoltura dei mari italiani”, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali).....	182
Figura 4.68 – Numero di imbarcazioni e stazza lorda media (GT) suddiviso per attività di pesca nelle maggiori marinerie della GSA 19 (fonte: “Lo stato della pesca e dell'acquacoltura dei mari italiani”, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali)	184
Figura 4.69 - Indici di biomassa (kg/km ²) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali categorie faunistiche: Teleostei, Selaci, Cefalopodi e Crostacei (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da “Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani” – Capitolo 2)	185
Figura 4.70 - Indici di biomassa (kg/km ²) e di densità (n/km ²) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali specie bersaglio stimati sul loro areale di distribuzione (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da “Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani” – Capitolo 2)	186
Figura 4.71 - Aree di campionamento delle Campagne MEDITS nel Mediterraneo (fonte: Orsi-Relini et al., 2002).....	187
Figura 4.72 - Aree di campionamento nel Mediterraneo del gambero rosso, <i>Aristaeomorpha foliacea</i> , durante la campagna MEDITS (fonte: Cau et al. 2002).....	188
Figura 5.1 - Curve di Wenz: l'asse verticale mostra i valori dei livelli sonori (dB re 1 μ Pa), mentre quello orizzontale le frequenze (fonte: Wenz, 1962).....	202
Figura 5.2 – Rappresentazione grafica dei centri dell'array di air-gun, in pianta. Il cerchio rosso rappresenta il centro geometrico dell'array, mentre il cerchio viola indica il centro di pressione	203
Figura 5.3 – Modello in pianta raffigurante l'emissione di energia in un raggio di 360° intorno ad un array di air-gun, secondo la configurazione array 3. In nero è indicata la direzione di movimento della nave	204
Figura 5.4 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione parallela al moto della nave sismica, per un array di air-gun in configurazione tipo 3 (in sezione)	204
Figura 5.5 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione perpendicolare a quella della nave di acquisizione, per un array di air-gun in configurazione tipo 3 (in sezione)	205
Figura 5.6 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli air-gun (fonte: Lanfredi et al., 2009)	209
Figura 5.7 – Distanza geometrica dell'orizzonte	219
Figura 5.8 - Mappa con indicazione della fasce di visibilità a 16 miglia nautiche (indicata dal tratteggio viola) dalla costa calabrese. La nave sarà visibile dalla costa (Capo Colonna) fintanto che si trova nell'area indicata dal retino giallo.....	220
Figura 5.9 – Mappa del Golfo di Taranto e del mar Ionio settentrionale con indicazione delle aree su cui insistono titoli minerari vigenti suddivisi per tipologia e per stato. L'area in esame è indicata dal perimetro rosso, mentre le altre aree in istanza di permesso di ricerca intestate a Global MED sono indicate con il retino tratteggiato in grigio (fonte dei dati: unmig.sviluppoeconomico.gov.it)	226
Figura 6.1 – Esempio di una delle boe di coda presenti nella strumentazione utilizzata al fine della fase di acquisizione dei dati geofisici in mare (fonte: www.ketosecology.co.uk)	230



Figura 6.2 – Sopra: possibili posizioni in cui le tartarughe possono essere soggette ad intrappolamento; sotto: le barre metalliche (evidenziate dal cerchio in rosso) studiate appositamente per non far oltrepassare i corpi delle tartarughe ed eventualmente per scostarle dalla rotta della boa di coda (fonte: www.ketosecology.co.uk).....230



1 INTRODUZIONE

Le potenzialità minerarie della zona del Mar Ionio di interesse esplorativo per la società proponente risultano fino ad oggi poco esplorate, come confermato dalla scarsità di pozzi esplorativi *offshore* e di campagne di acquisizione geofisica a mare. L'attività esplorativa nei decenni passati si è concentrata infatti prevalentemente a terra, mentre la porzione a mare del vicino segmento di catena appenninica è stato esplorato in maniera molto marginale.

Global MED ha eseguito ricerche specifiche sui dati esistenti ed integrato i concetti geologici, analizzando i dati accessibili ed esaminando la disponibilità di dati geofisici 2D già esistenti. Inoltre, l'attuale bibliografia relativa alla zona in esame, sostiene la possibilità di estendere le strutture presenti a terra lungo il *trend* nordovest-sudest del complesso sistema appenninico verso il Golfo di Taranto. I dati a disposizione hanno dunque confermato l'intenzione di Global MED di esaminare le caratteristiche dei *trend* strutturali degli Appennini e dei più recenti depositi bacinali in mare, partendo dalla costa e dalle acque poco profonde e seguendo una traiettoria diretta verso sudest.

Per quest'area la Global MED, in data 17 dicembre 2013, ha presentato al Ministero dello Sviluppo Economico un'istanza di permesso di ricerca di idrocarburi, che prevede una prima fase di ricerca con l'utilizzo di tecnologia di acquisizione di dati geofisici (oggetto della presente VIA).

Tale iniziativa si pone come obiettivo quello di approfondire le conoscenze del sottofondo marino in quelle zone solo marginalmente esplorate, incrementando l'attività di indagine di potenziali zone a idrocarburi che potrebbero contribuire al risollevarimento dell'attuale situazione nazionale di fabbisogno energetico. Di fatto, la questione della dipendenza energetica dell'Italia è argomento di costante discussione, al centro di un dibattito pubblico permanente, e rappresenta una realtà affrontata anche dal recente piano energetico nazionale. Le attuali innovazioni in materia di tecnologie esplorative hanno migliorato notevolmente il sistema di indagine petrolifera, permettendo di raggiungere in piena sicurezza obiettivi che in passato erano stati catalogati come non economicamente sfruttabili, stimolando quindi l'attività di esplorazione di idrocarburi in parti del paese ancora potenzialmente produttive.

1.1 Ubicazione geografica dell'area di intervento

L'area oggetto dell'istanza è localizzata all'interno della zona marina "F" in prossimità del margine meridionale del Golfo di Taranto di fronte alle coste calabresi (Golfo di Crotona). L'area ricopre una superficie di circa 748,4 chilometri quadrati e rispetta le normative vigenti in termini di distanza dalla linea di costa e dalle aree protette (oltre le 12 miglia nautiche). Infatti, il lato più vicino alla costa è quello occidentale, in posizione frontale rispetto al Golfo di Crotona, il cui vertice più prossimo dista 12,77 Miglia Nautiche dal promontorio di Capo Colonna.

Il fondale marino in quest'area tende ad approfondirsi progressivamente raggiungendo profondità prossime ai 2.000 metri.

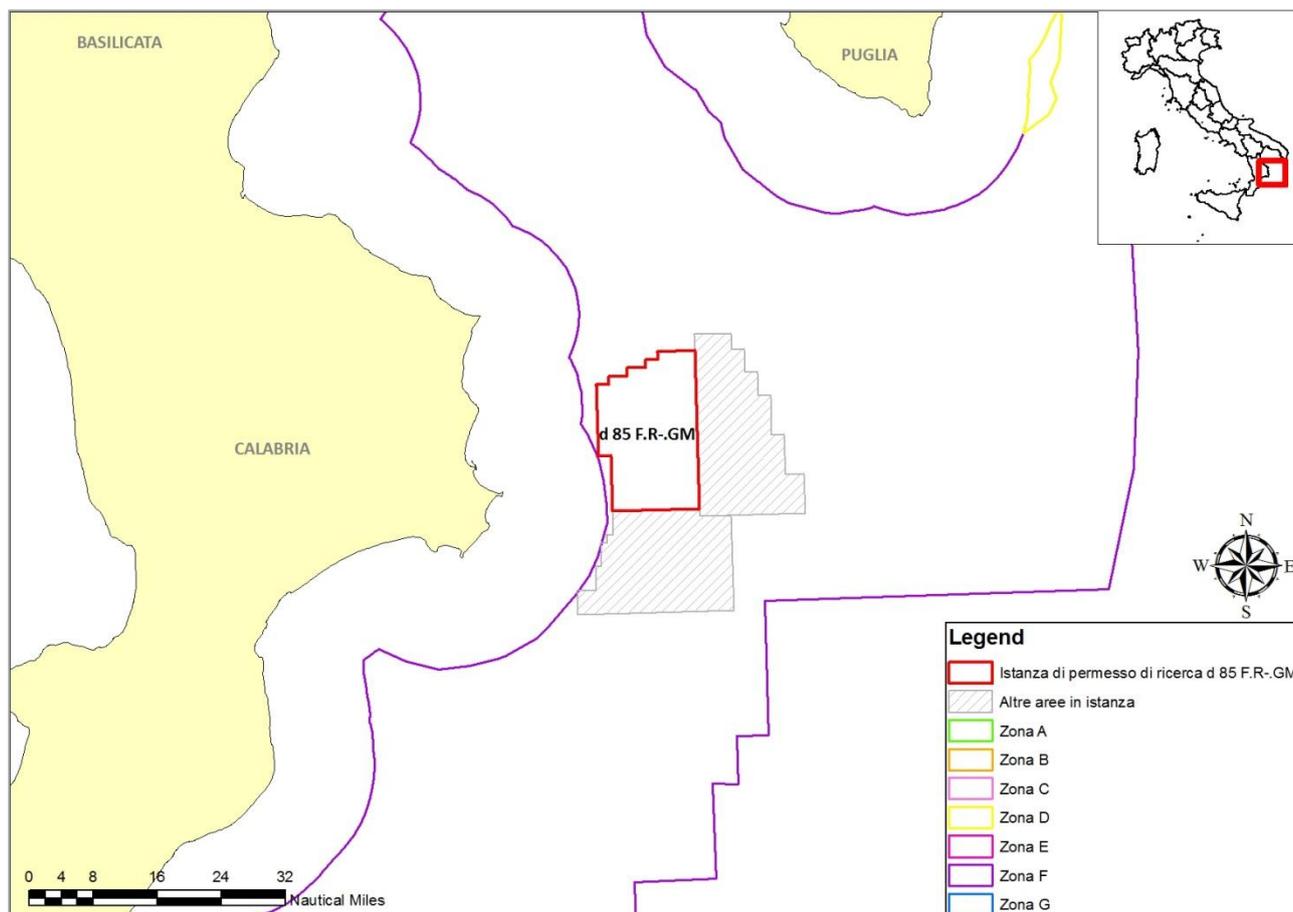


Figure 1.1 - Ubicazione dell'area in istanza di permesso di ricerca (in rosso), con indicazione delle altre aree in istanza (in grigio)

1.2 Motivazione del progetto

L'area che comprende l'Appennino meridionale ed il suo avampaese è stata coinvolta negli ultimi milioni di anni in vari eventi deformativi che hanno interessato sia i sedimenti di avanfossa che il substrato calcareo Meso-Cenozoico. Questa parte della catena appenninica meridionale ha sempre avuto grandi potenzialità per la ricerca e la produzione di idrocarburi, potenzialità confermate dall'intensa attività di esplorazione e produzione che, soprattutto tra gli anni '60 e '80, ha portato alla scoperta di numerosi accumuli di idrocarburi gassosi e liquidi (nella porzione più orientale della catena e nella zona di avanfossa) e negli anni '90 ha consentito di scoprire importanti giacimenti di idrocarburi liquidi che tutt'ora sono tra i più importanti in terraferma in Europa.

In questo contesto, la Global MED, LLC (di seguito Global MED) ha condotto una serie di ricerche preliminari revisionando lo studio di dati geofisici digitali, che rappresentano un passo essenziale in fase esplorativa. Il team di Global MED addetto al sottosuolo ha già investito molto tempo nella revisione di dati geofisici 2D esistenti. Tali ricerche hanno confermato l'interesse di Global MED ad esaminare i *trend* in direzione sud-est e le caratteristiche strutturali degli Appennini in acque profonde, anche considerando l'eventuale ruolo che potrebbe aver giocato in questi ambienti il vicino Arco Calabro.

Tramite l'utilizzo di tecniche di visualizzazione e interpretazione di dati geofisici, nell'assemblare le informazioni relative agli ambienti deposizionali e tettonici, Global MED potrà individuare gli elementi chiave del sistema petrolifero al fine di sviluppare le opportune prospezioni geofisiche in tale complesso sistema. Rocce madri più recenti, che abbiano subito adeguato seppellimento e migrazione degli



idrocarburi in potenziali rocce serbatoio, rappresentano delle prospettive interessanti in questa complessa regione *offshore*. Si ritiene che nell'area potrebbero esserci delle sequenze saline recenti che costituirebbero unità di copertura ideale.

Il perseguimento di tale attività è stimolato, inoltre, dalla presenza di vicine infrastrutture che renderebbero molto più agevole le operazioni di commercializzazione delle risorse, all'interno di un ampio mercato con impianti di raffinerie che, unitamente ad un ottimo sistema di trasporti, permettono di competere con altri operatori nell'ambito *Oil & Gas*.

L'attività di ricerca preliminare è risultata utile a Global MED per decidere di presentare la presente istanza, essendo state identificate caratteristiche e *trend* strutturali e stratigrafici che potrebbero rivelare potenzialità petrolifere interessanti.

La compagnia nutre particolari aspettative nei riguardi dell'elaborazione allo scopo di una migliore visualizzazione delle complesse geometrie dei terreni imbricati e sovrascorsi presenti all'interno dell'area in esame e delle falde di sovrascorrimento del Mesozoico, possibile obiettivo petrolifero. Lo strato Terziario sovrastante è un obiettivo minerario, tuttavia, a causa delle elaborazioni datate, per il momento non è possibile individuare trappole specifiche. Tali attività rappresentano la base del programma tecnico dei lavori proposto da Global MED.

1.3 Alternative di progetto

1.3.1 Alternativa zero

La non realizzazione delle opere, o alternativa zero, considerata nell'ambito di fattibilità di questo progetto, ne comprometterebbe l'esecuzione nella sua totalità. Infatti, così come testimoniato da precedenti attività esplorative in quest'area, l'attività proposta sarebbe in linea con la tendenza che l'Italia sta cercando di perseguire, ovvero quello di ridurre la propria dipendenza energetica dall'estero. In questo contesto si colloca l'attuale politica energetica attuata dall'Italia attraverso lo sfruttamento, economicamente favorevole ed ambientalmente sostenibile, delle risorse presenti sul territorio nazionale, sia marino che terrestre. La non-esecuzione del progetto porterebbe a non sfruttare una potenziale risorsa energetica ed economica del territorio, in maniera sostenibile dal punto di vista ambientale, attraverso la produzione di idrocarburi da immettere nella rete di distribuzione nazionale.

In merito a tale considerazione, il non-sfruttamento delle risorse provate nell'ambito esplorativo-produttivo, si rifletterebbe negativamente sul fabbisogno energetico nazionale con evidenti ripercussioni sui costi dell'approvvigionamento energetico dall'estero. La scarsità di materie prime reperite internamente e la vulnerabilità che consegue da una completa dipendenza dall'estero sono state e sono tuttora fonte di serie preoccupazioni per l'Italia.

L'attuale dipendenza energetica che l'Italia vive nell'ambito dell'esportazione dei combustili fossili pesa negativamente sull'economia nazionale, con stime in negativo di 62 miliardi di euro, pur avendo a disposizione significative riserve di gas e petrolio, le più importanti in Europa dopo Norvegia e Regno Unito.

Visti i contingenti benefici in termini non solo economici ma anche occupazionali, risulta difficile non fare leva su queste risorse energetiche. Tali tematiche, affrontate dal Ministero dello Sviluppo Economico, dovrebbero portare ad una rivalutazione globale dell'argomento dell'esplorazione del sottosuolo per la ricerca d'idrocarburi, senza preconcetti, ma con la massima attenzione, nel rispetto delle leggi e delle regole della convivenza civile e in sintonia con l'ambiente.



Nell'ambito dell'attuale contesto nazionale e internazionale, particolarmente complesso sotto diversi punti di vista - economico, finanziario, sociale, energetico - il Governo ha definito la nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN), che esplicita in maniera chiara gli obiettivi principali da perseguire nei prossimi anni, tracciando le scelte di fondo e le priorità d'azione. La SEN quantifica alcuni ambiziosi ma realistici obiettivi al 2020, quali:

- sviluppo al 2020 della produzione di idrocarburi ai livelli degli anni novanta, con circa 24 milioni di boe/anno di gas e 57 di olio addizionali, portando dal 7 al 14% circa il contributo al fabbisogno energetico totale;
- mobilitazione di investimenti per circa 15 miliardi di euro;
- risparmio sulla fattura energetica di circa 5 miliardi di euro l'anno.

L'avanguardia tecnologica nella prospezione geofisica ha portato negli ultimi anni ad un incremento notevole dei rinvenimenti di giacimenti a idrocarburi all'interno dei confini nazionali, con ripercussioni anche a beneficio delle popolazioni locali. In quest'ottica, il petrolio o gas rinvenuto può essere utilizzato sul posto, riducendo i costi di trasporto – con tutti i rischi di sversamenti che derivano dalla continua importazione – e fornitura, abbassando la fattura energetica della popolazione e dando un vantaggio competitivo agli operatori economici della zona che possono trarre occasione di sviluppo ed occupazione.

1.3.2 Tecnologie alternative

Nell'ambito dell'attività di indagine a scopo esplorativo, la prospezione geofisica a mare viene impiegata per la caratterizzazione del fondale (struttura e composizione), fino ad alcune centinaia di metri di profondità all'interno del substrato stesso, al fine di individuare le discontinuità che possono essere costituite da sacche di gas naturale o di petrolio.

Le proprietà fisiche del sottosuolo vengono studiate attraverso la misura di grandezze geofisiche, per esempio per riconoscere e localizzare situazioni strutturali entro i bacini sedimentari potenzialmente favorevoli all'accumulo di idrocarburi. La prospezione geofisica viene utilizzata per ridurre al minimo le operazioni di ricerca basate su interventi diretti nel sottosuolo e si avvale di diversi metodi (gravimetrico, magnetico, sismico, elettrico o geoelettrico, elettromagnetico, radioattivo, termico o geotermico), che presentano caratteristiche proprie e vengono utilizzati in relazione ai fini perseguiti ed al tipo di mineralizzazioni ricercate.

Il programma lavori presentato da Global MED prevede, oltre all'analisi dei dati geologici (dati bibliografici, studi di geologia regionale, studi geochimici e strutturali, etc.) e di sottosuolo (profili sismici esistenti, dati di pozzo, etc.) già disponibili, l'acquisizione di nuovi dati geofisici.

Le alternative alla soluzione di indagine geofisica proposta vengono descritte di seguito:

Metodo gravimetrico. Consiste nella misurazione delle anomalie dell'accelerazione di gravità, prodotte da contrasti anomali di densità tra corpi presenti nel sottosuolo, che portano il campo gravimetrico reale a discostarsi sensibilmente da quello gravimetrico teorico. Il rilievo gravimetrico può essere effettuato in terraferma, in mare o da un aereo. Nel campo geologico e minerario questo metodo è utilizzato soprattutto per avere informazioni sugli allineamenti strutturali del sottosuolo.

Metodo magnetico. Consiste nel misurare le anomalie locali del campo magnetico terrestre.

Il metodo elettrico (o geoelettrico). Consiste nel misurare alcuni parametri elettrici del sottosuolo e nell'interpretare le loro variazioni al fine di avere informazioni di carattere geologico-strutturale, minerario, idrogeologico, geotecnico e archeologico. Le principali grandezze fisiche che vengono considerate sono la resistività e la costante dielettrica.



Il metodo geofisico a riflessione è, tra tutti i metodi geofisici, il rilevamento più diffuso e si basa sulla generazione artificiale di un impulso che provoca nel terreno la propagazione di onde elastiche le quali, in corrispondenza di superfici di discontinuità, subiscono deviazioni con conseguenti rifrazioni e riflessioni. Quando le onde tornano in superficie vengono captate mediante sensori, consentendo di ottenere un'immagine bidimensionale del substrato, rivelando l'eventuale presenza, profondità e tipologia del giacimento.

Per le prospezioni geofisiche è necessaria quindi una sorgente di energia che emette onde elastiche ed una serie di sensori, detti idrofoni, che ricevono le onde riflesse.

La produzione di onde elastiche è ottenuta con diverse tecnologie che fanno uso di sorgenti artificiali differenti:

- ad acqua: WATER-GUN (frequenza utilizzata 20-1500 Hz), costituito da un cannone ad aria compressa che espelle ad alta velocità un getto d'acqua che per inerzia crea una cavità che implode e genera un segnale acustico;
- ad aria compressa: AIR-GUN (frequenza utilizzata 100-1500 Hz), costituita da due camere cilindriche chiuse da due pistoni (pistone di innesco e di scoppio) rigidamente connessi ad un cilindro provvisto di orificio assiale che libera in mare, istantaneamente, aria ad una pressione, compresa tra 150 e 400 atmosfere (ad oggi il sistema maggiormente utilizzato);
- a dischi vibranti: MARINE VIBROSEIS (frequenza utilizzata 10-250 Hz), in cui alcuni dischi metallici vibranti immettono energia secondo una forma d'onda prefissata, senza dar luogo all'effetto bolla (sistema complesso non ancora pienamente sviluppato);
- elettriche: SPARKER (frequenza utilizzata 50-4000 Hz), BOOMER (frequenza utilizzata 300-3000 Hz) dove un piatto metallico con avvolgimento in rame viene fatto allontanare da una piastra a seguito di un impulso elettrico; l'acqua che irrompe genera un segnale acustico ad alta frequenza con scarsa penetrazione (adatto per rilievi ad alte definizioni).

Nonostante le soluzioni tecnologiche alternative sopra elencate, quella dell'acquisizione geofisica a riflessione rimane il metodo di indagine più testato e diffuso in tutto il mondo. Per l'acquisizione geofisica nell'area in istanza di permesso di ricerca "d 85 F.R.-GM" è previsto l'utilizzo della tecnologia *air-gun*, tipicamente utilizzata per i rilievi geofisici marini. Questa tecnologia consente una maggior definizione dei dati ed è la migliore soluzione sia dal punto di vista di impatto ambientale, sia dal punto di vista tecnico ed economico, con un rapporto costi-benefici migliore rispetto alle altre tecnologie alternative proposte. Questo sistema di energizzazione, infatti, non prevede l'utilizzo di esplosivo e nemmeno la posa di strumentazione sul fondale, evitando impatti sulle specie bentoniche e sulle caratteristiche fisico-chimiche del sottofondo marino.

1.4 Descrizione del proponente

Il Gruppo Global (vedi allegato 6 e allegato 8), attraverso la società Global MED, LLC (di seguito Global MED), ha iniziato a lavorare su una campagna di esplorazione in acque profonde nel Mediterraneo identificando alcune aree nell'offshore Italia come potenzialmente sfruttabili. La Global MED, certa delle sue capacità e forte della qualità del suo operato, confermati dai numerosi successi raggiunti in passato in varie parti del mondo (Filippine, Cina, Belize, Sud Africa, Marocco e Nuova Zelanda), ha acquisito una notevole esperienza nell'ambito delle esplorazioni in acque profonde.

L'attività esplorativa esclusiva degli ambienti di mare profondo differenzia questa compagnia dalle altre operanti nel settore dell'*Oil and Gas*, perché promotrice di interesse in zone ritenute potenzialmente



produttive, attraverso una politica diretta al coinvolgimento delle compagnie petrolifere maggiori (e compagnie nazionali) all'interno dei loro progetti, per un mutuo sostegno e beneficio delle parti coinvolte.

La chiave del successo di Global MED è l'attenzione e l'impegno delle risorse, scelte con cura e parsimonia e costruite attraverso collaborazioni con consulenti tecnici e finanziari locali. L'attività esplorativa di Global MED si è sempre focalizzata su di un paese alla volta, impegnando tutte le risorse umane e finanziarie su un solo progetto, promuovendo l'esplorazione in aree potenzialmente sfruttabili. Nel corso degli anni l'approccio adottato nello svolgimento delle attività ha generato un totale di introiti che raggiunge i 750 milioni di dollari.

Attività di esplorazione nel pieno rispetto dell'ambiente circostante e perseguimento degli obiettivi preposti sempre nei tempi stabiliti, hanno fatto della Global MED una compagnia dalla realtà solida ed efficiente nel panorama mondiale dell'esplorazione petrolifera in acque profonde.



2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

2.1 Impostazione dell'elaborato

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., la normativa nazionale vigente in materia di valutazione di impatto ambientale, e alle norme sia di diritto internazionale che comunitario riguardanti la tutela ambientale, la lotta all'inquinamento da navi e da idrocarburi, il trattamento dei rifiuti, il mantenimento della qualità dell'aria e dell'acqua.

Lo studio si articola in cinque sezioni, quali:

- 1) quadro di riferimento programmatico;
- 2) quadro di riferimento progettuale;
- 3) quadro di riferimento ambientale;
- 4) analisi e stima degli impatti potenziali;
- 5) mitigazioni proposte.

Il quadro di riferimento programmatico raccoglie le informazioni sulla normativa di riferimento internazionale, comunitaria, nazionale, nonché le principali linee guida emanate per la prevenzione dei rischi su specie sensibili quali i mammiferi marini. Inoltre, all'interno di questa sezione è stato analizzato il regime vincolistico presente nell'area oggetto di studio o nelle coste limitrofe. Nello specifico, sono state analizzate aree naturali protette, zone di ripopolamento e tutela biologica, zone umide di importanza internazionale, Siti Rete Natura 2000, aree importanti per l'avifauna, zone archeologiche marine, aree vincolate in base a specifiche ordinanze delle Capitanerie di Porto, Siti di Interesse Nazionale, aree marine militari eventualmente presenti all'interno o nelle vicinanze dell'area in istanza e che potenzialmente potrebbero interferire con l'attività ivi svolta, ed aree soggette a vincoli paesaggistici, cui si aggiunge una breve descrizione della zona sismica in cui l'area ricade.

Il quadro di riferimento progettuale fornisce le generalità dell'intervento ed una dettagliata descrizione del progetto, dei temi della ricerca e degli obiettivi previsti. Una sezione mostra le caratteristiche tecnico-fisiche dell'attività proposta, con descrizione degli interventi, delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera, dell'eventuale utilizzo di risorse e delle misure di prevenzione adottate.

Il quadro di riferimento ambientale delinea la situazione delle componenti ambientali presenti nell'area oggetto di studio e nelle zone limitrofe. Questa sezione fornisce un ampio inquadramento del territorio in termini geologici dell'area, del suolo e del sottosuolo, un inquadramento geomorfologico e batimetrico, una descrizione delle condizioni climatiche e meteo marine, un'illustrazione della flora e della fauna caratteristiche dell'area e di eventuali ricettori sensibili presenti e l'esistenza di eventuali aree vincolate. A tal scopo saranno individuati i siti soggetti a vincolo naturalistico più vicini all'area in oggetto, appartenenti alle seguenti categorie: Aree Marine Protette, Zone di Ripopolamento e Zone Marine di Tutela Biologica, siti sensibili di Rete Natura 2000, zone marine e costiere interessate da "Important Bird Areas". Particolare rilievo sarà attribuito anche alla definizione del contesto socio-economico, all'utilizzazione costiera, alla pesca ed al traffico marittimo che caratterizzano l'area in esame.

L'analisi e stima degli impatti ambientali fornirà, invece, uno studio sui probabili impatti indotti dalle attività in progetto sulle diverse componenti ambientali, ponendo particolare attenzione ai potenziali impatti sui ricettori sensibili, quali i mammiferi marini presenti nelle aree limitrofe dell'area oggetto di indagine geofisica.



Per concludere, verranno presentate le misure di mitigazione degli effetti da adottare per il contenimento degli impatti e per la prevenzione dei rischi.

2.2 Normativa di riferimento

Nel presente capitolo si riportano e si esaminano brevemente i principali riferimenti normativi, sia in ambito internazionale, sia europeo, sia nazionale, al fine di costruire un quadro normativo che disciplina le attività relative a prospezione, ricerca e coltivazione degli idrocarburi e le strategie per la produzione di energia, nel rispetto dell'ambiente marino e delle disposizioni in materia di inquinamento, di tutela ambientale e di sicurezza.

Nello specifico, la normativa internazionale fa riferimento alle seguenti convenzioni:

- Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare, che ha lo scopo di definire il regime giuridico del tratto di mare interessato dall'attività di prospezione;
- Convenzione di Barcellona per la protezione del Mar Mediterraneo dai rischi dell'inquinamento, alla quale aderiscono tutti gli stati che si affacciano del Mediterraneo, che contiene un quadro normativo in materia di lotta all'inquinamento e di protezione dell'ambiente marino;
- Convenzione di Espoo, applicabile ai progetti di nuove opere che interessano più Paesi e per i quali è richiesta una valutazione transfrontaliera dei potenziali effetti sull'ambiente;
- Convenzione di Londra (MARPOL), documento internazionale di riferimento per la prevenzione dell'inquinamento da navi;
- Protocollo di Kyoto, sulle strategie per la progressiva limitazione e riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera.

La normativa di carattere europeo comprende direttive comunitarie incentrate su:

- Condizioni di rilascio e di esercizio delle Autorizzazioni alla Prospezione, Ricerca e Coltivazione di Idrocarburi;
- Tutela della sicurezza e delle attività *offshore* di prospezione, ricerca e produzione nel settore degli idrocarburi;
- Norme Europee per il Mercato interno dell'Energia Elettrica e del Gas, con le strategie e le finalità della liberalizzazione del mercato.

La normativa nazionale infine fa riferimento a tutte quelle leggi dello Stato Italiano che hanno come scopo la regolamentazione dei seguenti settori:

- Emissioni in atmosfera;
- Produzione dei rifiuti;
- Tutela dell'ambiente marino;
- Settore energetico.

Infine, sono illustrate le principali linee guida per la tutela dei mammiferi marini.

2.2.1 Normativa in ambito internazionale

2.2.1.1 Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del Mare (UNCLOS), Montego Bay 1982

La "Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del Mare" nota anche con l'acronimo UNCLOS (*United Nations Convention on the Law of the sea*), firmata in data 10 dicembre 1982 a Montego Bay e ratificata dall'Italia con Legge 2 dicembre 1994, n. 689 recante "ratifica ed esecuzione della convenzione delle



Nazioni Unite sul diritto del mare, con allegati e, atto finale, fatta a Montego Bay il 10 dicembre 1982, nonché dell'accordo di applicazione della parte XI della convenzione stessa, con allegati, fatto a New York il 29 luglio 1994" (in vigore dal 20 Dicembre 1994). Si tratta di un trattato internazionale che definisce i diritti e le responsabilità degli Stati nell'utilizzo dei mari e degli oceani, definendo linee guida che regolano le trattative, l'ambiente e la gestione delle risorse naturali, con particolare attenzione alla tutela delle risorse marine viventi. Attualmente tale convenzione è stata sottoscritta da 164 stati, anche se non tutti i firmatari hanno provveduto alla ratifica (come ad esempio gli Stati Uniti).

L'UNCLOS è stata la prima convenzione a definire e regolamentare le acque internazionali, trasformando in regola quanto, prima del 1982, era stato l'uso consuetudinario degli spazi marini. Gli argomenti di maggior rilievo trattati nella convenzione comprendono: la zonazione delle aree marine, la navigazione, lo stato di arcipelago e i regimi di transito, la definizione della zona economica esclusiva, la giurisdizione della piattaforma continentale, la disciplina delle attività estrattive minerarie nel fondo marino, i regimi di sfruttamento, la protezione dell'ambiente marino, la ricerca scientifica e la soluzione di dispute. A seguire sono specificate le definizioni più importanti fornite dalla Convenzione:

Linea di base: linea base di partenza per la definizione delle aree marine, determinata ai sensi degli articoli 5 e 7; essa consta in una spezzata che unisce i punti notevoli della costa, mantenendosi generalmente in acque basse.

Mare territoriale: porzione di mare adiacente alla costa degli Stati, sulla quale lo Stato esercita la propria sovranità territoriale in modo del tutto analogo al territorio corrispondente alla terraferma, con alcuni limiti. Lo stato costiero ha inoltre diritti sovrani nello spazio aereo sovrastante il mare territoriale e nel relativo fondale marino. Il limite delle acque territoriali si misura a partire dalla linea di base e si estende fino ad una distanza dalla costa non superiore alle 12 miglia nautiche (Art. 3).

Zona contigua: zona compresa tra la linea di base e le 24 miglia nautiche, dove lo stato costiero esercita il controllo necessario per prevenire e punire violazioni delle proprie leggi e regolamenti doganali, fiscali, sanitari e di immigrazione (Art. 33).

Zona economica esclusiva (ZEE): è l'area di mare che si estende per 200 miglia nautiche dalla linea di base (Art. 57), in cui lo Stato costiero gode di diritti sovrani per la gestione delle risorse naturali, giurisdizione in materia di installazione e uso di strutture artificiali o fisse, ricerca scientifica, protezione e conservazione dell'ambiente marino, nonché per l'esplorazione, sfruttamento, conservazione e gestione delle risorse naturali, biologiche o non biologiche. Tali diritti si estendono sia alle masse d'acqua, che al fondo marino ed al relativo sottosuolo. La ZEE, così come la Zona Contigua (che, ove esistente, è compresa all'interno della ZEE) per poter divenire effettive, devono essere formalmente proclamate nei confronti della comunità internazionale. Ad oggi, l'Italia non ha formalmente provveduto alla proclamazione della Zona Contigua (UNCLOS, art. 33) e non ha istituito una Zona Economica Esclusiva.

Piattaforma continentale: è definita dall'Art. 76 e comprende il fondo ed il sottosuolo marini che si estendono al di là del mare territoriale di uno Stato costiero attraverso il prolungamento naturale del suo territorio terrestre fino all'orlo esterno del margine continentale, o fino alle 200 miglia nautiche dalle linee di base (dalle quali si misura la larghezza del mare territoriale), nel caso in cui l'orlo esterno del margine continentale si trovi ad una distanza inferiore. Al contrario della ZEE e della Zona Contigua, non necessita di proclamazione in quanto appartiene per sua natura ad uno Stato. Come stabilito all'Art. 83, la delimitazione della piattaforma continentale tra stati a coste opposte o adiacenti, viene effettuata per accordo tra le parti interessate, come previsto all'art. 38 dello Statuto della Corte Internazionale di Giustizia.



Alto Mare: è definito dall'Art. 86, e comprende tutte le aree marine non incluse nella zona economica esclusiva, nel mare territoriale o nelle acque interne di uno Stato, o nelle acque arcipelagiche di uno Stato-arcipelago.

Area Internazionale dei Fondi Marini: è rappresentata dal fondo del mare, degli oceani e relativo sottosuolo, all'esterno dei limiti della giurisdizione nazionale ed è, insieme alle sue risorse, patrimonio comune dell'Umanità (Art. 136).

2.2.1.2 Convenzione di Barcellona (1976)

La Convenzione di Barcellona, firmata il 16 febbraio 1976 ed entrata in vigore il 12 Febbraio del 1978, ha come scopo primario la formalizzazione del quadro normativo relativo al Piano di Azione per il Mediterraneo (MAP), stipulato a Barcellona nel 1975 e finalizzato alla definizione delle misure necessarie per proteggere e migliorare l'ambiente marino per contribuire allo sviluppo sostenibile nell'area mediterranea. Tra gli impegni assunti dagli Stati contraenti il MAP (attualmente 21) sono compresi la valutazione e controllo dell'inquinamento, la gestione sostenibile delle risorse naturali marine, l'integrazione dell'ambiente nel contesto di sviluppo economico e sociale, la protezione del mare e delle coste, la tutela del patrimonio naturale e culturale, il rafforzamento della solidarietà tra i paesi mediterranei ad il miglioramento della qualità della vita. Nel giugno 1995, tale Convenzione è stata modificata ed ampliata con la pianificazione e gestione integrata della zona costiera e il recepimento di molte idee presenti nella Dichiarazione di Rio del 1992. Tra le principali modifiche adottate si ricordano il principio "chi inquina paga", la promozione degli studi di impatto e l'accesso all'informazione e la partecipazione del pubblico.

L'Italia ha ratificato la Convenzione recante "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla salvaguardia del Mar Mediterraneo dall'inquinamento con due protocolli e relativi allegati adottata a Barcellona il 16 febbraio 1976" con Legge 25 Gennaio 1979, n. 30 ed ha successivamente recepito le modifiche con la Legge 27 Maggio 1999, n. 175 "Ratifica ed esecuzione dell'Atto finale della Conferenza dei plenipotenziari sulla Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, con relativi protocolli, tenutasi a Barcellona il 9 e 10 Giugno 1995". Il 09 luglio 2004 la Convenzione è entrata in vigore.

La Convenzione di Barcellona ha inoltre dato origine ad una decina di protocolli che trattano aspetti specifici della conservazione dell'ambiente Mediterraneo che sono elencati di seguito (lista aggiornata al 17 aprile 2013, fonte sito www.unepmap.org):

1. "1976 *Dumping Protocol*", per regolare l'inquinamento da scarico di navi ed aerei (firmato dall'Italia nel 1976 e ratificato nel 1979);
2. "1976 *Emergency Protocol*" (entrato in vigore il 05/03/1979) e "2002 *Emergency Protocol*" (firmato in data 25/01/2002 e non ancora ratificato), protocolli di prevenzione e lotta all'inquinamento da navi e di gestione delle situazioni di emergenza;
3. "1980 *Land-Based Sources and Activities Protocol*" (firmato nel 1980, ratificato nel 1985, modificato nel 1999 ed entrato in vigore l'11/05/2008), relativo all'inquinamento di origine terrestre;
4. "1982 *Specially Protected Areas Protocol*" (firmato nel 1982, ratificato nel 1985 ed entrato in vigore il 23/03/1986); "1995 *Special Protected Areas & Biodiversity Protocol*" (firmato nel 1995, ratificato ed entrato in vigore nel 1999), relativi alla tutela delle zone protette e della biodiversità;
5. "1994 *Offshore Protocol*" (firmato il 14/10/1994 e non ancora ratificato), che tutela dall'inquinamento da esplorazione e sfruttamento delle risorse energetiche in piattaforma continentale;
6. "1996 *Hazardous Wastes Protocol*" (firmato in data 01/10/96 e non ancora ratificato);



7. "2008 *Integrated Coastal Zone Management*" -ICZM- (firmato in data 21/01/2008 e non ancora ratificato), che riguarda il quadro normativo comune per la gestione integrata delle coste.

2.2.1.3 **Convenzione MARPOL 73/78**

La Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi, nota anche come MARPOL 73/78 (*MARitime POLLution*) costituisce uno dei principali riferimenti internazionali in materia di regolamentazione della produzione di rifiuti e scarichi da parte delle navi ed i relativi annessi. Rappresenta una convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento a mare legato dalle attività navali ed è il risultato della combinazione di due precedenti trattati internazionali:

- La Convenzione del 1973, che ha modificato la precedente Convenzione Internazionale per la Prevenzione dell'Inquinamento delle Acque Marine da idrocarburi (OILPOL), firmata a Londra il 12 maggio 1954, ratificata dall'Italia con la Legge 23 febbraio 1961, n. 238;
- Il protocollo del 1978, firmato durante la Conferenza TSPP (*Tanker Safety Pollution Prevention*) organizzata in seguito ai disastri ambientali causati da petroliere alla fine degli anni '70.

La convenzione MARPOL 73/78, col trascorrere del tempo, ha subito numerose modifiche ed integrazioni finalizzate a continui aggiornamenti per fornire una maggiore tutela e conservazione dell'ambiente marino, riguardanti disposizioni inerenti l'inquinamento prodotto dalle navi sia nelle operazioni di routine, sia in maniera accidentale da qualsiasi sostanza ritenuta inquinante. La convenzione MARPOL, pertanto, rappresenta la principale convenzione internazionale operante per della salvaguardia dell'ambiente marino.

La convenzione include al suo interno sei allegati tecnici, di cui i solamente i primi due obbligatori; al febbraio 2014 gli Annessi I/II sono stati ratificati da 152 nazioni aderenti all'*International Maritime Organization* (IMO; www.imo.org/About/Conventions/StatusOfConventions/Pages/Default.aspx).

Tale norma, in Italia, è stata recepita dalle leggi n. 662/80 recante "Ratifica ed esecuzione alla convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi e del protocollo sull'intervento in alto mare in caso di inquinamento causato da sostanze diverse degli idrocarburi con annessi" (MARPOL '73) e n. 438/82 che da esecuzione ai Protocolli di Londra del 17 febbraio 1978 (TSPP '78).

Il protocollo aggiornato al 1978 contiene delle modifiche rispetto al testo originale del 1973 seguite all'*International Conference on Tanker Safety Pollution and Prevention* (TSPP '78) che rende obbligatorio quanto contenuto negli Annessi I e II. Assieme alle norme per la prevenzione dall'inquinamento da rifiuti, acque da scarico, oli minerali, sostanze nocive, etc., gli annessi stabiliscono l'esistenza di zone speciali le quali, per le loro caratteristiche (scarsa circolazione, mari chiusi, ecc.), richiedono l'adozione di metodi obbligatori per la prevenzione dell'inquinamento.

Gli annessi si riferiscono a specifiche tipologie di inquinamento o rifiuto prodotto che potrebbero potenzialmente verificarsi durante le attività marittime. Nello specifico consistono in (www.naturaitalia.it):

- Annesso I – Norme per l'inquinamento da oli minerali;
- Annesso II – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da sostanze liquide pericolose (entrato in vigore nel 1987);
- Annesso III – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da sostanze inquinanti trasportate per mare in imballaggi (entrato in vigore nel 1992);
- Annesso IV – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da liquami scaricati dalle navi (entrato in vigore nel 2003);



- Annesso V – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da rifiuti solidi (entrato in vigore nel 1988). Esso individua alcune zone, tra cui il Mar Mediterraneo, definite come “aree speciali” in quanto particolarmente sensibili per condizioni oceanografiche, ecologiche e di traffico marittimo e soggette pertanto a speciali prescrizioni e limitazioni degli scarichi. Queste prescrizioni consentono lo scarico a mare di idrocarburi o miscele di idrocarburi, a patto che la loro concentrazione, senza diluizioni, non superi le 15 ppm; consentono il conferimento diretto a mare delle acque di scarico previo trattamento (triturazione e disinfezione) mediante dispositivo approvato e certificato; vietano lo scarico a mare di qualsiasi tipologia di rifiuti solidi, che dovrà essere trasportata e smaltita sulla terraferma;
- Annesso VI – Norme per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da scarichi dei motori marini (entrato in vigore nel 2005). I rifiuti organici prodotti dalle navi impiegate verranno opportunamente trattati secondo la convenzione sopra descritta, mentre non è prevista la produzione di rifiuti strettamente correlati all'attività di acquisizione geofisica in oggetto. Inoltre l'Annesso VI della Convenzione MARPOL regola le seguenti emissioni in atmosfera:
 - 1) Sostanze che influenzano lo strato di ozono nell'atmosfera (gas refrigeranti e /o antincendio);
 - 2) Ossidi di azoto e di zolfo presenti nei gas di scarico dei motori a combustione interna;
 - 3) Componenti organici volatili (VOC) provenienti dalla zona del carico di navi cisterna;
 - 4) Emissioni da inceneritori.

Nel 2011, in seguito ad intensi dibattiti, IMO adottò misure mandatarie di natura tecnica e operativa in campo energetico, che hanno come scopo quello di ridurre la quantità delle emissioni di gas serra da parte delle navi; tali misure sono incluse nell'Annesso VI e sono entrate in vigore il 1° gennaio 2013.

2.2.1.4 Protocollo di Kyoto (1997)

Il protocollo di Kyoto è un trattato internazionale in materia ambientale, sottoscritto in data 11 dicembre 1997 nella città giapponese di Kyoto da oltre 180 Paesi, ed entrato in vigore il 16 febbraio 2005, quando sono state raggiunte le ratifiche di 55 nazioni firmatarie.

Il trattato prevede l'obbligo di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio ed altri cinque gas serra, cioè metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) in una misura media del 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 (considerato come anno base), da attuarsi nel periodo 2008-2012. Con l'accordo di Doha il termine del protocollo, inizialmente previsto per la fine del 2012, è stato esteso fino al 2020.

In particolare, l'Unione Europea si è impegnata ad una riduzione dell'8%, da attuare grazie ad una serie di interventi nel settore energetico incentivando, tra gli altri, l'utilizzo di combustibili che producono quantità inferiori di CO₂ e promuovendo iniziative volte ad elevare l'efficienza energetica e la riduzione dei consumi. Per il raggiungimento di tali parametri, è stato assegnato all'Italia un obiettivo di diminuzione del 6,5% della media delle emissioni del periodo 2008-2012 rispetto alle emissioni del 1990 (corrispondenti ad una riduzione effettiva di circa 100 milioni di tonnellate equivalenti di anidride carbonica).

2.2.1.5 Convenzione di Espoo (1991)

La convenzione dell'UN/ECE relativa alla valutazione di impatto ambientale in contesto transfrontaliero, conclusa ad Espoo in Finlandia il 25 febbraio 1991, sancisce l'obbligatorietà delle parti contraenti di valutare l'impatto ambientale relativo a determinate attività potenzialmente impattanti in fase precoce di pianificazione e l'obbligatorietà tra gli Stati di notificare e consultarsi vicendevolmente in tutti i maggiori progetti suscettibili alla creazione di impatti ambientali significativi attraverso i confini. La convenzione è stata firmata dalla Comunità Europee e dagli stati membri il 26 febbraio 1991 ed è entrata in vigore il 10



settembre 1997 in accordo con l'articolo 18(1); l'Italia ha ratificato la convenzione in data 19 gennaio 1995, mentre l'Unione Europea l'ha approvata il 24 giugno 1997.

2.2.1.6 OPPRC (1990) e altre convenzioni internazionali per il risarcimento danni da idrocarburi

La Convenzione OPPRC (*Oil Pollution Preparedness, Response and Cooperation*) tratta la prevenzione, la lotta e la cooperazione in materia di inquinamento da idrocarburi. È stata stipulata a Londra il 30 novembre 1990 ed è entrata in vigore nel 1995. La Convenzione approfondisce le strategie e le tecniche di risposta a situazioni di emergenza causate da incidenti che provocano inquinamento da idrocarburi da parte di navi, piattaforme *offshore*, porti ed altre strutture. Tale scopo è conseguito grazie alla predisposizione di piani di emergenza, alla messa in pratica di procedure di informazione e cooperazione internazionale, alla creazione di sistemi nazionali e regionali per la preparazione e risposta allo stimolo alla ricerca ed allo sviluppo di nuove tecnologie.

Tra le convenzioni internazionali che regolamentano il risarcimento dei danni in caso di sversamento e danni da idrocarburi inoltre si annoverano:

- La Convenzione Internazionale CLC (*Civil Liability Convention*), che riguarda la responsabilità civile per l'indennizzo dei danni derivanti dall'inquinamento da idrocarburi (Bruxelles 1969 e successivi protocolli di Londra del 1976 e del 1992).
- La Convenzione Internazionale IOPCF (*International Oil Pollution Compensation Fund*), che regola l'istituzione di un fondo internazionale per l'indennizzo dei danni derivanti da idrocarburi (Bruxelles 1971 e successivi protocolli di Londra del 1976 e del 1992). Il Fondo interviene qualora il danno superi il massimale a carico dell'armatore, così come determinato dalla CLC, quando il proprietario sia insolvente o qualora non sorgano responsabilità per il danno sempre ai sensi della CLC. Il Fondo non è invece responsabile se l'inquinamento è conseguenza di un atto di guerra o sia prodotto da navi militari o, infine, nel caso in cui derivi da dolo e colpa del danneggiato. Il Fondo conta oltre 70 stati e si compone di due Fondi, il Fondo 1971 e il Fondo 1992. Essi differiscono per la somma massima ammessa per la compensazione, che è più alta per il fondo 1992. L'Italia è diventata membro del Fondo 1992 nel 2000 e ne costituisce il secondo contributore dopo il Giappone (awsassets.wwfit.panda.org/downloads/dossier_wwf_traffici_marittimi_petroliiferi.pdf).

2.2.1.7 Convenzione SOLAS (1974)

La convenzione *Safety of Life at Sea* (SOLAS) è stata adottata per la prima volta nel 1914 in seguito al disastro del Titanic e fu rivisitata nel 1929, nel 1948 e nel 1960, fino ad arrivare alla Convenzione del 1974, entrata in vigore il 25 maggio 1980, cui si fa attualmente riferimento. Tale convenzione ha come obiettivo quello di specificare gli standard minimi di costruzione, dotazione ed operazione delle navi, compatibilmente alla loro sicurezza e soprattutto alla sicurezza dell'equipaggio. Tra gli argomenti trattati, vi sono la sicurezza nella costruzione delle installazioni elettriche, meccaniche, di stabilità, la protezione antincendio, le applicazioni di soccorso, le radiocomunicazioni, la sicurezza della navigazione, le disposizioni di sicurezza in funzione del tipo di carico, e una serie di misure speciali per migliorare la sicurezza marittima.

2.2.1.8 Convenzione di Aarhus (1998)

La Convenzione di Aarhus dà ai cittadini la possibilità di accedere all'informazione ambientale, di partecipare al processo decisionale e di accedere alla giustizia in materia ambientale.

Il libero accesso all'informazione ambientale da parte dei cittadini comprende qualsiasi informazione in forma scritta, orale, visiva, elettronica, riguardante tutte le variabili, agenti e attività ambientali, dall'acqua



all'aria al suolo, dall'energia al rumore, dalle politiche ai piani ambientali fino alla salute e sicurezza delle vite umane.

Lo scopo della partecipazione del pubblico al processo decisionale è quello di migliorare la qualità delle decisioni e di rafforzarne l'efficacia, contribuendo a sensibilizzare il cittadino sui temi ambientali, facendolo divenire parte attiva del sistema. Il cittadino ha il diritto di partecipare all'autorizzazione di determinate attività, piani, programmi o politiche aventi impatto ambientale significativo, ma tale diritto non è assoluto poiché esiste sempre il diritto alla riservatezza.

Il terzo fondamentale punto della Convenzione è l'accesso alla giustizia. Infatti gli ordinamenti nazionali deve garantire ai cittadini di poter ricorrere a procedure di revisione amministrativa e giurisdizionale qualora ritengano violati i propri diritti di accesso all'informazione o partecipazione. Tali procedure devono essere celeri e gratuite o economiche e le decisioni finali devono essere vincolanti per l'autorità pubblica.

2.2.2 Normativa Europea di settore

2.2.2.1 Direttiva 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino

La direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 17 giugno 2008 istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

Infatti, la Direttiva 2008/56/CE, recepita in Italia con il D.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010 recante "Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino", costituisce il primo strumento normativo vincolante che considera l'ambiente marino un patrimonio prezioso da proteggere, salvaguardare e, ove possibile e necessario, da ripristinare al fine di proteggere la biodiversità e preservare la vitalità di mari e oceani.

Scopo primario di detta Direttiva è il raggiungimento, entro l'anno 2020, del "*Good Environmental Status*" ("Buono Stato Ambientale") delle acque marine degli Stati membri dell'Unione Europea. Il concetto di "*Good Environmental Status*", rappresenta uno dei concetti cardine della Direttiva in esame e viene definito come lo "stato ambientale delle acque marine tale per cui le stesse preservano la diversità ecologica e la vitalità di mari e oceani puliti, sani e produttivi nelle proprie condizioni intrinseche e tale per cui l'utilizzo dell'ambiente marino si svolge in modo sostenibile, salvaguardandone le potenzialità per gli usi e le attività delle generazioni presenti e future". La Direttiva mira allo sviluppo, da parte degli Stati membri, di una "Strategia Marina" ("Strategia") finalizzata al conseguimento del "*Good Environmental Status*" entro il 2020 per tutte le acque marine sottoposte alla giurisdizione di ciascun paese da un miglio dalla linea di costa per i comparti che non sono considerati acque costiere nell'ambito della Direttiva 2000/60/9 CE (direttiva quadro sulle acque).

Il D.lgs. 190/2010, con il quale è stata recepita a livello nazionale la Direttiva, prevede che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare promuova e coordini "la valutazione iniziale dello stato attuale e dell'impatto delle attività antropiche sull'ambiente marino, sulla base dei dati e delle informazioni esistenti". Ai sensi del D.lgs. 190/2010 tale valutazione deve includere principalmente:

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



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

2.2.2.2 Direttive CE per navigazione e inquinamento da navi

Direttiva 96/98/CE, recepita con D.P.R. n. 407 del 6 ottobre 1999 recante “Regolamento recante norme di attuazione delle direttive 96/98/CE e 98/85/CE relative all'equipaggiamento marittimo”, modificata dal Regolamento della Comunità Europea n. 596/2009 e dalla Direttiva 2010/68/CE recepita con D.M. (Ministero delle infrastrutture e trasporti) 18/04/2012 recante: attuazione della Direttiva 2010/68/CE della commissione del 22/10/2010 che modifica la direttiva 96/98/CE del consiglio relativa all'equipaggiamento marittimo. Tale direttiva riguarda l'applicazione uniforme degli strumenti internazionali per garantire la sicurezza e la qualità dell'equipaggiamento da sistemare a bordo delle navi europee. Tali norme devono anche contribuire alla lotta contro l'inquinamento del mare e garantire la libera circolazione dell'equipaggiamento marittimo nel mercato interno.

Direttiva 2002/84/CE, recepita con D.Lgs. 119/2005 recante “Attuazione della Direttiva 2002/84/CE in materia di sicurezza marittima e di prevenzione dell'inquinamento provocato da navi”, che modifica le precedenti direttive in materia di sicurezza marittima e di prevenzione dell'inquinamento provocato dalle navi. L'obiettivo della direttiva è migliorare l'attuazione della legislazione comunitaria in materia di sicurezza marittima, protezione dell'ambiente marino e condizioni di vita e di lavoro a bordo delle navi. La direttiva, in collegamento con il Regolamento 2002/2099/CE mira a creare un unico comitato per la sicurezza marittima (*Committee on Safe Seas and the Prevention of Pollution from Ships*) ed accelerare e semplificare il recepimento delle regole internazionali nella legislazione comunitaria in materia dell'inquinamento da parte delle navi.

Direttiva 2005/35/CE, recepita con D.Lgs. del 6/11/2007 n.202 recante “Attuazione della Direttiva 2005/35/CE relativa all'inquinamento provocato dalle navi e conseguenti sanzioni” modificata dalla Direttiva 2009/123/CE recepita con D.Lgs. 7/07/11 n. 121 recante “Attuazione della Direttiva 2008/99/CE sulla tutela penale dell'ambiente, nonché della Direttiva 2009/123/CE che modifica la Direttiva 2005/35/CE relativa all'inquinamento provocato dalle navi e all'introduzione di sanzioni per violazioni”, relativa all'inquinamento provocato dalle navi e all'introduzione di sanzioni per violazioni. Scopo della direttiva è recepire nel diritto comunitario le norme internazionali in materia di inquinamento provocato dalle navi e di garantire che ai responsabili di scarichi di sostanze inquinanti siano applicate sanzioni adeguate, anche penali. La presente legislazione stabilisce infatti che gli scarichi di sostanze inquinanti (idrocarburi e sostanze liquide nocive) effettuati dalle navi costituiscono in principio un'infrazione penale. Gli scarichi di minore entità non devono necessariamente essere considerati violazioni, a meno che si verifichino ripetutamente provocando un deterioramento della qualità dell'acqua. Alle persone responsabili di tali scarichi di sostanze inquinanti possono essere comminate sanzioni penali se esse hanno agito intenzionalmente e temerariamente o per negligenza grave. Anche l'istigazione o il favoreggiamento e il concorso allo scarico di sostanze inquinanti può comportare delle sanzioni penali. La direttiva si applica a qualsiasi tipo di nave battente qualsiasi bandiera. Gli scarichi di sostanze inquinanti sono vietati:

- Nelle acque interne, compresi i porti, di un paese dell'Unione europea (UE);
- Nelle acque territoriali di un paese dell'UE;
- Negli stretti utilizzati per la navigazione internazionale, soggetti al regime di passaggio di transito come specificato nella Convenzione delle Nazioni Unite del 1982 sul diritto del mare;
- Nella zona economica esclusiva di un paese dell'UE;
- In alto mare.



Pacchetti di intervento Erika I, II, III. La Commissione Europea ha poi avanzato, a seguito dell'incidente della petroliera Erika nel 1999, alcune proposte che mirano a rendere più incisiva la legislazione comunitaria sui controlli dello Stato di approdo e delle Società di Classificazione (organismi autorizzati, per delega conferita dagli Stati di Bandiera, a verificare la stabilità strutturale delle navi), nonché a realizzare il progressivo ritiro delle petroliere monoscafo dalle acque della Comunità. A seguito di ciò sono quindi stati predisposti tre pacchetti di interventi immediati, denominati Erika I, Erika II ed Erika III. Tali pacchetti comprendono modifiche al quadro normativo attuale (Erika I), innovazioni nella legislazione europea (Erika II), ed integra gli standard internazionali con la legislazione Comunitaria (Erika III).

2.2.2.3 Direttiva 2013/30/UE per la sicurezza nelle attività offshore

Come conseguenza al disastro ecologico del Golfo del Messico avvenuto nel 2010, la Commissione Europea ha avviato una approfondita analisi delle norme attuali ai fini di fornire una risposta efficace alle emergenze in caso di incidenti nelle acque europee a causa dell'estrazione di olio e gas in mare aperto, e di garantire la sicurezza relativa all'attività di prospezione, ricerca e produzione nel settore idrocarburi in aree di *offshore*. Prima di allora non esisteva nessun quadro normativo sovranazionale e l'argomento era lasciato alla competenza dei singoli stati. Con la redazione nel 2010 del documento "Affrontare la sfida della sicurezza delle attività *offshore*" l'Unione cercò di realizzare un'armonizzazione ed un coordinamento "verso l'alto" dell'attuale quadro normativo, che sfociò nella redazione della Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla sicurezza delle attività *offshore* di prospezione, ricerca e produzione nel settore degli idrocarburi (Bruxelles, 27/10/2011, codice 0309). Tale Proposta ha come scopo principale quello di fissare elevati standard minimi di sicurezza per la prospezione, la ricerca e la produzione di idrocarburi in mare aperto, riducendo le probabilità di accadimento di incidenti gravi, limitandone le conseguenze e aumentando, così, nel contempo, la protezione dell'ambiente marino.

Successivamente, la Proposta di Regolamento è divenuta una "Proposta di Direttiva", a seguito di quanto deliberato dall'EWP del Consiglio e, parallelamente, anche dalla Commissione Industria, Ricerca ed Energia (ITRE) del Parlamento Europeo. Sotto la presidenza irlandese, la Proposta di Direttiva è stata approvata prima dal Consiglio dell'Unione Europea, poi dal Parlamento Europeo e, infine, pubblicata in Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 28 Giugno 2013 come Direttiva 2013/30/UE del 12 giugno 2013 sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi, in modifica alla direttiva 2004/35/CE.

A partire dal luglio 2013, in seguito al carteggio tra il commissario europeo Oettinger e l'allora ministro Zanonato, sono stati avviati i lavori per arrivare al semestre italiano con lo schema di recepimento pronto cercando di anticipare di un anno i termini massimi previsti dalla direttiva. In particolare le Amministrazioni interessate sono state coinvolte in un primo incontro, in data 23 ottobre 2013 e in un secondo, il 19 novembre 2013, che ha richiesto la partecipazione anche di operatori del settore, associazioni ambientaliste e sindacati per un confronto sul recepimento della Direttiva 2013/30/UE (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/internazionale/direttiva.asp).

La Direttiva integra, tra le altre, le seguenti normative:

- Direttiva 2004/35/CE sulle responsabilità in materia di riparazione del danno ambientale. L'operatore di attività che causano danni ambientali significativi a specie protette, ad habitat naturali o alle acque è oggettivamente responsabile della prevenzione e della riparazione dei danni e dei relativi costi complessivi. La proposta ha lo scopo di estendere l'applicabilità territoriale della direttiva (attualmente limitata alla fascia costiera e alle acque territoriali), per arrivare a coprire e tutelare da eventuali danni tutte le acque marine sotto la giurisdizione degli Stati membri.



- Direttiva 85/337/CEE (e successive modifiche) sulla valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, che ha coordinato i principi di valutazione dell'impatto ambientale dei progetti mediante l'introduzione di requisiti minimi generali.
- Direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti (direttiva quadro sui rifiuti), che si applica pienamente ai casi di fuoriuscite di greggio, come confermato dalla Corte di giustizia dell'UE.
- Direttiva 92/91/CEE (che integra la direttiva quadro 89/391/CEE) che è la parte principale della legislazione dell'Unione in materia di protezione dei lavoratori e dell'ambiente di lavoro *offshore*.

2.2.2.4 Direttiva 94/22/CE sui diritti e doveri degli Stati nell'ambito degli idrocarburi

La Direttiva 94/22/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30/05/1994, disciplina i diritti e i doveri di ogni Stato europeo nell'ambito delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi. Ogni Stato membro della Comunità Europea, all'interno del proprio territorio di competenza, ha la facoltà di definire, mediante procedura autorizzativa (Art. 3), le aree da rendere disponibili alle suddette attività e gli enti addetti all'accesso e all'esercizio delle varie attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi. Il procedimento per il rilascio dell'autorizzazione agli enti interessati, deve specificare il tipo di autorizzazione, l'area o le aree geografiche che sono oggetto di domanda e la data ultima proposta per il rilascio dell'autorizzazione.

In Italia la Direttiva Europea è stata recepita con Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 625, relativo alle condizioni di rilascio e di esercizio delle autorizzazioni alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi, entrato in vigore il 29/12/1996.

2.2.3 Normativa nazionale

I titoli minerari per la ricerca e la coltivazione di idrocarburi in mare vengono conferiti dal Ministero dello Sviluppo Economico in aree della piattaforma continentale italiana istituite con leggi e decreti ministeriali, che sono chiamate "Zone marine" e sono identificate con lettere dell'alfabeto. Finora, con la Legge n. 613 del 21 luglio 1967 recante "Ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale e modificazioni alla L. 11 gennaio 1957, n. 6 sulla ricerca e coltivazione degli idrocarburi liquidi e gassosi", sono state aperte le Zone A, B, C, D e E, e, con decreto ministeriale, le Zone F e G.

Con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013 recante "Costituzione della Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie - CIRM", tali zone sono state rimodulate con la chiusura alle nuove attività delle aree tirreniche e di quelle entro 12 miglia da tutte le coste e le aree protette, con la contestuale individuazione di un'area marina nel mare delle Baleari, contigua ad aree di ricerca spagnole e francesi. Tale rimodulazione ha lo scopo di valorizzare e potenziare il settore in zone di mare dove sussistono prospettive di grande interesse petrolifero, nel rispetto dei limiti ambientali previsti dalle vigenti norme (Art. 6, comma 17 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152) e dei massimi livelli di sicurezza previsti dalla Direttiva 2013/30/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 giugno 2013, sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi e che modifica la direttiva 2004/35/CE, di recente approvazione (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/info/avvisi/avviso55.asp9).

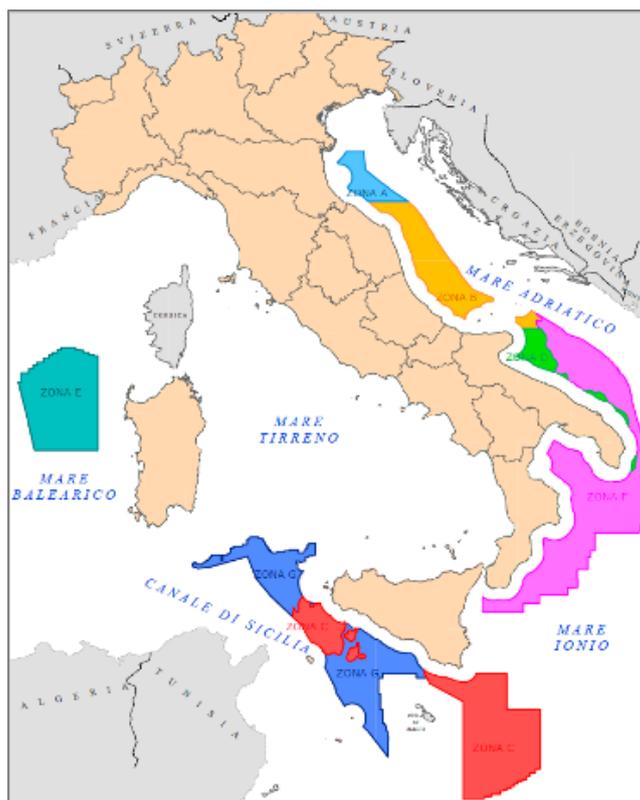


Figura 2.1 – Mappa con indicazione delle zone marine così come rimodulate dal D.M. 09/08/2013 (fonte: Ministero dello sviluppo economico, unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp)

L'area in istanza di permesso di ricerca ricade all'interno della Zona Marina F.

La zona F si estende nel mare Adriatico meridionale e nel mare Ionio fino allo stretto di Messina ed è delimitata ad ovest dall'isobata dei 200 metri, ad est dalle linee di delimitazione Italia-Croazia, Italia-Albania e Italia-Grecia, e a sud da archi di meridiano e parallelo. Tale zona, istituita con Decreto Ministeriale 13 giugno 1975 recante "Delimitazione dell'area marina da nominare "Zona F" ai fini della ricerca di idrocarburi liquidi e gassosi", è stata aperta precedentemente agli accordi con Grecia e Albania, e quindi inizialmente era delimitata da archi di meridiano e parallelo internamente alla linea mediana. Per adeguarla ai citati accordi, con Decreto Ministeriale 30 ottobre 2008 recante "Ampliamento e ripermimetrazione di aree marine aperte alla ricerca e coltivazione di idrocarburi", è stata ripermimetrata e ampliata sul lato meridionale, anche in considerazione delle nuove tecnologie che consentono attività minerarie in acque profonde.

La Zona F si estende per circa 50.520 chilometri quadrati e costituisce circa il 9% della piattaforma continentale italiana. Nel corso degli anni sono state introdotte, ai fini della salvaguardia delle coste e della tutela ambientale, alcune limitazioni alle aree dove possono essere svolte nuove attività minerarie. In particolare, il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 stabilisce il divieto nelle zone di mare poste entro dodici miglia dalle linee di costa lungo l'intero perimetro costiero nazionale e dal perimetro esterno delle aree marine e costiere protette. Queste modifiche normative hanno di fatto ridotto l'area in cui è possibile presentare nuove istanze per il conferimento di nuovi titoli minerari, anche se la Zona F resta comunque quella definita dal Decreto Ministeriale 13 giugno 1975 e dal Decreto Ministeriale 30 ottobre 2008, in quanto tutte le limitazioni successivamente imposte hanno sempre fatto salvi i titoli minerari conferiti prima dell'emanazione delle norme stesse. Con il recente Decreto Ministeriale 9 agosto 2013 si è proceduto a definire meglio le aree in cui è possibile effettuare nuove attività di ricerca di idrocarburi (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/zf.asp).



Legge n. 662 del 29/09/1980 “Ratifica della Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi e del protocollo d'intervento in alto mare in caso di inquinamento causato da sostanze diverse dagli idrocarburi, con annessi, adottati a Londra il 2 novembre 1973” e s.m.i. Si tratta della legge con la quale sono state recepite le disposizioni contenute nell'Allegato IV della Convenzione MARPOL in materia di prevenzione dell'inquinamento da liquami scaricati dalle navi.

Legge n. 979 del 31/12/1982 “Disposizioni per la difesa del Mare” e s.m.i. Prevede una serie di obblighi per le autorità marittime, gli armatori e i comandanti delle navi di vigilanza e di soccorso in caso di incidente in mare. Nell'Art. 16 è fatto divieto a tutte le navi, senza alcuna discriminazione di nazionalità, nell'ambito delle acque territoriali e nelle acque marittime interne, compresi i porti, di versare in mare o causare lo sversamento di sostanze nocive all'ambiente marino (tra cui idrocarburi e miscele) indicate all'Allegato A della legge stessa. Tale divieto è esteso, per le navi battenti bandiera italiana, anche al di fuori delle acque territoriali italiane. L'Art. 17 prevede in caso di violazione, l'applicazione di pene e sanzioni a carico dei responsabili. Le navi italiane, alle quali si applica la normativa di cui all'Art. 17, devono avere, tra i libri di cui all'articolo 169 del Codice della Navigazione, il registro degli idrocarburi sul quale vanno effettuate le prescritte annotazioni. In tutti i casi di versamento o perdita di idrocarburi, il comandante della nave è tenuto a farne annotazione nel registro degli idrocarburi, con l'indicazione delle circostanze e delle cause di tale versamento o perdita, nonché a farne denuncia al comandante del porto più vicino. Ogni pagina del registro degli idrocarburi deve essere firmata dall'ufficio o dagli ufficiali responsabili delle relative operazioni e, qualora la nave sia armata, dal comandante. Per la tenuta del registro degli idrocarburi si applicano le disposizioni degli articoli 362 e seguenti del regolamento per l'esecuzione del Codice della Navigazione Marittima riguardanti i libri di bordo.

Legge n. 349 del 08/07/1986 “Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale” e s.m.i. Ai sensi di tale Legge, che istituisce e regola l'attività del Ministero dell'Ambiente, la tutela ambientale è intesa come tutela di un interesse pubblico; qualunque fatto doloso o colposo in violazione di disposizioni di legge o di provvedimenti adottati in base a legge che comprometta l'ambiente, ad esso arrecando danno, alterandolo, deteriorandolo o distruggendolo in tutto o in parte, obbliga l'autore del fatto al risarcimento nei confronti dello Stato.

Legge n. 220 del 28/02/1992 “Interventi per la difesa del mare” e s.m.i. Tale legge sancisce la suscettibilità di valutazione di impatto ambientale anche per la costruzione di terminali per il carico e lo scarico di idrocarburi e di sostanze pericolose, lo sfruttamento minerario della piattaforma continentale, la realizzazione di condotte sottomarine per il trasporto degli idrocarburi, la realizzazione di impianti per il trattamento delle morchie e delle acque di zavorra e di lavaggio delle navi che trasportano idrocarburi e sostanza pericolose.

D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 “Norme in Materia Ambientale” (Testo aggiornato, da ultimo, al D.L. n. 208 del 30 dicembre 2008. La normativa generale sulle emissioni in atmosfera da impianti fissi è contenuta nella Parte V del cosiddetto Codice dell'Ambiente. Tale parte riguarda le attività che producono emissioni in atmosfera e stabilisce i valori limite di emissione, le prescrizioni, i metodi di campionamento e di analisi delle emissioni ed i criteri per la valutazione della conformità dei valori misurati ai valori limite. Il decreto definisce inoltre le caratteristiche merceologiche dei combustibili che possono essere utilizzati, incluse quelle dei combustibili per uso marittimo, per i quali vengono prescritti in particolare i limiti per il tenore di zolfo (aggiornati con Decreto Legislativo n. 205 del 6 novembre 2007 - Attuazione della Direttiva 2005-33-CE che modifica la Direttiva 1999-32-CE che modifica la direttiva 1999/32/CE in relazione al tenore di zolfo dei combustibili per uso marittimo). Il riferimento normativo nazionale per la gestione dei rifiuti (produzione, trasporto, recupero/smaltimento in impianti autorizzati, bonifica dei siti inquinati) è la Parte



IV di questo decreto. La normativa nazionale generale sulle emissioni in atmosfera da impianti fissi è contenuta invece nella Parte V, che disciplina l'autorizzazione alle emissioni da tali impianti e i valori limite di emissione. Tuttavia, non esistono attualmente normative che regolino specificamente la qualità dell'aria in ambiente marino e le emissioni in atmosfera provenienti da impianti o attività offshore. Si fa pertanto riferimento alle disposizioni internazionali contenute nella convenzione MARPOL.

D.Lgs. n. 202 del 6/11/2007 "Attuazione della Direttiva 2005/35/CE relativa all'inquinamento provocato dalle navi e conseguenti sanzioni". L'art. 4 prescrive il divieto a tutte le navi, senza alcuna discriminazione di nazionalità, nell'ambito delle acque territoriali e nelle acque marittime interne, compresi i porti, di versare o causare lo sversamento in mare di sostanze nocive all'ambiente marino indicate nell'Allegato I (idrocarburi) e nell'Allegato II (sostanze liquide nocive trasportate alla rinfusa) della Convenzione MARPOL 73/78. Il Decreto introduce inoltre adeguate sanzioni in caso di violazione degli obblighi previsti.

D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Ha il compito di attuare la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente (l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro), e di sostituire le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE. Tale decreto ha come obiettivo la tutela, il miglioramento e la definizione del monitoraggio della qualità dell'aria ambiente. A tal scopo determina i valori limite di qualità dell'aria ambiente per le concentrazioni di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10; i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto; le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto; il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM 2.5; i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo[a]pirene.

D.Lgs. n. 190 del 13/10/2010 "Attuazione della Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino". E' il decreto con il quale è stata recepita a livello nazionale la Direttiva 2008/56/CE o legge comunitaria di riferimento per la tutela dell'ambiente marino. Prevede che il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare promuova e coordini "la valutazione iniziale dello stato attuale e dell'impatto delle attività antropiche sull'ambiente marino, sulla base dei dati e delle informazioni esistenti".

D.P.R. n. 209 del 27/10/2011 "Regolamento recante istituzione di zone di protezione ecologica del Mediterraneo nord-occidentale, del Mar Ligure e del Mar Tirreno". L'art. 3 dice che nella zona di protezione ecologica (i cui limiti sono definiti nell'articolo 2) si applicano le norme dell'ordinamento italiano, del diritto dell'Unione Europea e delle Convenzioni internazionali in vigore, in particolare, in materia di prevenzione e repressione di tutti i tipi di inquinamento marino da navi (escluse le navi indicate nell'art. 3, comma 3, Convenzione MARPOL 73/78 ovvero "navi da guerra, navi da guerra ausiliarie, navi appartenenti ad uno Stato o gestite da tale Stato fintantoché quest'ultimo le utilizzi esclusivamente per servizi governativi e non commerciali"), comprese le piattaforme *off-shore*, l'inquinamento biologico conseguente a scarica di acque di zavorra, ove non consentito, l'inquinamento da incenerimento dei rifiuti, da attività di esplorazione, da sfruttamento dei fondali marini e l'inquinamento di tipo atmosferico, anche nei confronti delle navi battenti bandiera straniera e delle persone di nazionalità straniera; in materia di protezione della biodiversità e degli ecosistemi marini, in particolare con riferimento alla protezione dei mammiferi marini; in materia di protezione del patrimonio culturale rinvenuto nei suoi fondali.

Legge n. 108 del 16/03/2001. "Ratifica ed esecuzione della Convenzione sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale, con due



allegati, fatta ad Aarhus il 25 giugno 1998". Si tratta della legge con la quale sono state recepite le disposizioni contenute nella Convenzione Aarhus in materia di accesso all'informazione ambientale, di partecipazione all'iter decisionale e di accesso alla giustizia ambientale da parte del pubblico. L'accesso ai documenti amministrativi in Italia è regolato anche dalla legge n. 241/1990 e ss.mm.ii.

Decreto direttoriale 22 marzo 2011. "Procedure operative di attuazione del decreto ministeriale 4 marzo 2011, modalità di svolgimento delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi e dei relativi controlli ai sensi dell'articolo 15, comma 5 del Decreto Ministeriale 4 Marzo 2011". Come dice il titolo stesso, il decreto stabilisce le procedure operative per l'attuazione del D.M. 04/03/2011 e le modalità di svolgimento delle attività di prospezione, ricerca e coltivazione degli idrocarburi ed i relativi controlli.

2.2.3.1 Strategia Energetica Nazionale (SEN)

Oltre vent'anni dopo l'ultimo Piano Energetico Nazionale, il Consiglio dei Ministri del Governo Monti ha approvato il decreto interministeriale sulla strategia energetica nazionale con il Decreto dell'8 marzo 2013.

La Strategia Energetica Nazionale (SEN) è il frutto di un ampio processo di consultazione pubblica, con il confronto di tutte le istituzioni rilevanti (Parlamento, Autorità per l'Energia e Antitrust, Conferenza Unificata, Cnel, Commissione Europea) e di oltre 100 tra associazioni di categoria, parti sociali e sindacali, associazioni ambientaliste e di consumatori, enti di ricerca e centri studi. Sono stati inoltre valutati suggerimenti e contributi da cittadini e singole aziende, grazie alla consultazione pubblica che si è svolta on-line sul sito web del Ministero dello Sviluppo economico. La nuova Strategia Energetica Nazionale s'incentra su quattro obiettivi principali:

1. Ridurre significativamente il gap di costo dell'energia per i consumatori e le imprese, allineando prezzi e costi dell'energia a quelli europei al 2020, e assicurando che la transizione energetica di più lungo periodo (2030-2050) non comprometta la competitività industriale italiana ed europea.
2. Raggiungere e superare gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione definiti dal Pacchetto europeo Clima-Energia 2020, e assumere un ruolo guida nella definizione e implementazione della *Roadmap 2050*.
3. Continuare a migliorare la sicurezza e indipendenza di approvvigionamento dell'Italia.
4. Favorire la crescita economica sostenibile attraverso lo sviluppo del settore energetico.

Per raggiungere gli obiettivi descritti nel medio - lungo termine (2020), la Strategia Energetica Nazionale si articola in sette priorità, ciascuna con specifiche misure a supporto avviate o in corso di definizione, di maggior peso e impatto.

1. Efficienza energetica. L'efficienza energetica contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di politica energetica, quali: la riduzione dei costi energetici, grazie al risparmio di consumi; la riduzione dell'impatto ambientale (l'efficienza energetica è lo strumento più economico per l'abbattimento delle emissioni, con un ritorno sugli investimenti spesso positivo per il Paese, e quindi da privilegiare per raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale); il miglioramento della sicurezza di approvvigionamento e la riduzione della dipendenza energetica; lo sviluppo economico generato da un settore con forti ricadute sulla filiera nazionale, su cui l'Italia vanta numerose posizioni di leadership e può quindi guardare anche all'estero come ulteriore mercato in rapida espansione. Con un forte impulso all'efficienza energetica verrà assorbita una parte sostanziale degli incrementi attesi di domanda di energia al 2020, sia primaria sia di consumi finali. In questo contesto, il settore dovrà quindi fronteggiare realisticamente uno scenario di domanda complessiva che resterà ferma su livelli paragonabili a quelli degli ultimi anni.



2. Mercato competitivo del gas e Hub sud-europeo. Per l'Italia è prioritario creare un mercato interno liquido e concorrenziale e completamente integrato con gli altri Paesi europei. Inoltre, nei prossimi venti anni l'Europa aumenterà significativamente l'importazione di gas (circa 190 miliardi di metri cubi in più, secondo l'IEA): per il nostro Paese questa può essere l'opportunità di diventare un importante crocevia per l'ingresso di gas dal Sud verso l'Europa. L'impatto principale atteso dei cambiamenti sopra descritti è quello di un allineamento dei prezzi del gas a quelli europei, cui si accompagnerà un incremento della sicurezza di approvvigionamento grazie al rafforzamento delle infrastrutture e alla liquidità del mercato. Il prezzo del gas più competitivo consentirà, da un lato di diventare Paese d'interscambio e/o di transito verso il Nord Europa, dall'altro di restituire competitività al parco italiano di cicli combinati a gas, riducendo le importazioni elettriche.

3. Sviluppo sostenibile delle energie rinnovabili. L'Italia intende superare gli obiettivi europei di produzione rinnovabile ('20-20-20'), contribuendo in modo significativo alla riduzione di emissioni e all'obiettivo di sicurezza energetica. Nel fare ciò, è però di grande importanza contenere la spesa in bolletta, che grava su imprese e famiglie, allineando il livello degli incentivi ai valori europei e spingendo lo sviluppo dell'energia rinnovabile termica, che ha un buon potenziale di crescita e costi specifici inferiori a quella elettrica. Occorrerà inoltre orientare la spesa verso le tecnologie e i settori più virtuosi, ossia con maggiori ritorni in termini di benefici ambientali e sulla filiera economica nazionale (in tal senso, particolare attenzione verrà rivolta al riciclo e alla valorizzazione energetica dei rifiuti). Le rinnovabili rappresentano infatti un segmento centrale di quella *green economy* che è sempre più considerata anche a livello internazionale un'opportunità per la ripresa economica.

4. Sviluppo delle infrastrutture e del mercato elettrico. Il settore elettrico è in una fase di profonda trasformazione, determinata da numerosi cambiamenti. Solo per citare i più evidenti: la frenata della domanda, la grande disponibilità (sovrabbondante) di capacità di produzione termoelettrica e l'incremento della produzione rinnovabile, avvenuto con un ritmo decisamente più veloce di quanto previsto nei precedenti documenti di programmazione. In tale ambito, le scelte di fondo saranno orientate a mantenere e sviluppare un mercato elettrico libero, efficiente e pienamente integrato con quello europeo, in termini sia di infrastrutture che di regolazione, e con prezzi progressivamente convergenti a quelli europei. Sarà inoltre essenziale la piena integrazione, nel mercato e nella rete elettrica, della produzione rinnovabile.

5. Ristrutturazione della raffinazione e della rete di distribuzione dei carburanti. La raffinazione è un settore in difficoltà, sia per ragioni congiunturali (calo della domanda dovuto alla crisi economica), sia soprattutto strutturali, dato il progressivo calo dei consumi e la sempre più forte concorrenza da nuovi Paesi. Il comparto produttivo necessita quindi di una ristrutturazione che porti a un assetto più competitivo e tecnologicamente più avanzato. Anche la distribuzione di carburanti necessita di un ammodernamento, che renda il settore più efficiente, competitivo e con più alti livelli di servizio verso i consumatori.

6. Produzione sostenibile di idrocarburi nazionali. L'Italia è altamente dipendente dall'importazione di combustibili fossili; allo stesso tempo, dispone di ingenti riserve di gas e petrolio. In questo contesto, è doveroso fare leva anche su queste risorse, dati i benefici in termini occupazionali e di crescita economica, in un settore in cui l'Italia vanta notevoli competenze riconosciute. D'altra parte, ci si rende conto del potenziale impatto ambientale ed è quindi fondamentale la massima attenzione per prevenirlo: è quindi necessario avere regole ambientali e di sicurezza allineati ai più avanzati standard internazionali (peraltro il settore in Italia ha una storia di incidentalità tra le migliori al mondo). In tal senso, il Governo non intende perseguire lo sviluppo di progetti in aree sensibili in mare o in terraferma, ed in particolare quelli di *shale gas (fracking)*.



7. Modernizzazione del sistema di *governance*. Per facilitare il raggiungimento di tutti gli obiettivi precedenti è necessario rendere più efficace e più efficiente il nostro sistema decisionale, che ha oggi procedure e tempi molto più lunghi e farraginosi di quelli degli altri Paesi con i quali si confronta. La condivisione di una strategia energetica nazionale chiara e coerente rappresenta un primo importante passo in questa direzione.

In aggiunta a queste priorità, soprattutto in ottica di più lungo periodo, il documento enfatizza l'importanza e propone azioni d'intervento per le attività di ricerca e sviluppo tecnologico, funzionali in particolare allo sviluppo dell'efficienza energetica, delle fonti rinnovabili e all'uso sostenibile di combustibili fossili.

L'attività di prospezione proposta appare perfettamente in linea con gli obiettivi e le priorità del Piano Energetico Nazionale dal punto di vista della produzione sostenibile di idrocarburi nazionali, con conseguente riduzione della dipendenza energetica e contributo alla crescita economica del Paese.

2.2.3.2 Piano Energetico Ambientale della Regione Calabria

La pianificazione energetica regionale è finalizzata al conseguimento di alcuni obiettivi prioritari di sviluppo socio-economico locale che devono tenere conto armonicamente anche di esigenze più generali di programmazione del territorio e delle linee strategiche di indirizzo nazionali e comunitarie in tema di: pianificazione energetica, protezione dell'ambiente, sviluppo economico sostenibile, sviluppo occupazionale.

La definizione degli obiettivi costituisce, pertanto, la fase più critica dell'elaborazione del piano energetico, dovendo conciliare le pressanti esigenze di carattere locale con esigenze più generali di indirizzo di pianificazione energetica nazionale e comunitaria. In quest'ottica, l'elaborazione del Piano Energetico Ambientale della regione Calabria è stato avviato in un contesto nazionale ed internazionale che, negli ultimi anni, è stato caratterizzato da un forte dinamismo per quanto riguarda i temi energetico-ambientali. Le strategie di sviluppo dei piani energetici in ambito internazionale e nazionale sono state dettagliatamente descritte nei capitoli precedenti; la combinazione di questi due fattori è servita da stimolo per la Regione per inserirsi con maggior forza nella programmazione e pianificazione del settore energetico, facendone un punto qualificante dell'accordo di programma sottoscritto fra la Regione Calabria e l'ENEL nel Novembre 1999.

Il Piano Energetico Ambientale Regionale si pone l'obiettivo di definire le condizioni idonee allo sviluppo di un sistema energetico sostenibile e, concettualmente, si basa sullo studio delle caratteristiche del sistema energetico attuale, sulla definizione degli obiettivi e delle corrispondenti azioni per il loro raggiungimento e sull'analisi degli strumenti da utilizzare per la realizzazione delle azioni stesse. Tali azioni sono state elaborate a seguito della valutazione dei potenziali di intervento nei vari settori energetici. Lo scopo è quello di valorizzare le risorse energetiche presenti sul territorio regionale e di razionalizzare i consumi coinvolgendo sia soggetti pubblici che privati fornendo in questo modo elementi decisionali a supporto dell'assunzione delle determinazioni di competenza della Regione Calabria in merito ad autorizzazioni, pareri e approvazioni previste dalla vigente normativa in materia di procedimenti per la localizzazione di nuovi insediamenti energetici.

L'analisi del sistema energetico è stata effettuata partendo dalle indicazioni che derivano dai bilanci energetici regionali. La predisposizione di tali bilanci a livello regionale avviene analizzando i soggetti economici e produttivi che agiscono all'interno del sistema energia, sia sul lato della domanda che su quello dell'offerta. La finalità dell'analisi è quella di fornire gli elementi essenziali all'individuazione di azioni e politiche rivolte al raggiungimento di una maggiore efficienza del sistema energetico nel suo complesso.



Benché non in modo esclusivo, il senso del termine “efficienza” viene soprattutto riferito all’aspetto riguardante la riduzione dell’impatto che le attività energetiche determinano sull’ambiente.

Dall’analisi del sistema energetico regionale relativa al periodo 1990-1999, si evidenzia che la Regione Calabria è caratterizzata da una dipendenza energetica complessiva non trascurabile (31,2% circa nel 1999). Tale dipendenza deriva esclusivamente dal petrolio, del quale la Regione è sempre stata importatrice totale, mentre la produzione endogena di gas naturale consente alla regione non solo di coprire il proprio fabbisogno di queste fonti, ma anche di esportare l’esubero della produzione. Le azioni previste nel Piano per la riduzione dei consumi finali derivano, perciò, oltre che da motivazioni di carattere ambientale, di competitività del sistema produttivo, di innovazione tecnologica e di contenimento della spesa energetica, anche dalla necessità di ridurre la dipendenza del sistema energetico regionale dei prodotti petroliferi.

L’autosufficienza energetica regionale, pur non strettamente necessaria in un sistema interconnesso come quello energetico, risulta, infatti, un obiettivo auspicabile, non solo dal punto di vista economico. La realizzazione degli interventi individuati nel Piano Energetico Ambientale per la riduzione dei consumi finali comporta un risparmio complessivo di energia finale al 2010 dell’11% e del 10,7%, rispettivamente, nello scenario di bassa ed alta crescita dei consumi, rispetto ai corrispondenti scenari tendenziali. La stima dell’evoluzione del sistema energetico regionale secondo tali scenari, cioè in assenza di specifici interventi programmati sul fronte energetico, rappresenta la base su cui inserire le ipotesi di sviluppo delle fonti energetiche e degli interventi di risparmio energetico che consentono di definire gli scenari obiettivo. La qualificazione dell’impatto che il sistema energetico ha sull’ambiente avviene mediante la stima delle principali emissioni in atmosfera delle sostanze inquinanti ad esso collegate.

In riferimento alla volontà espressa nel Piano Energetico per la Regione Calabria di autosufficienza energetica nell’ambito petrolifero, si ritiene che l’attività di esplorazione e produzione in programma risulti in linea con gli obiettivi degli interventi preposti.

2.3 Linee guida per la tutela dei mammiferi marini

Purtroppo non esistono attualmente delle norme specifiche che regolano in modo mirato ed esaustivo gli impatti specialmente di natura acustica potenzialmente generati da attività di indagine geofisica in ambiente marino. Non esistono, infatti, limiti normativi per le emissioni acustiche prodotte dalla strumentazione utilizzata per le indagini geofisiche, quali sonar, ecoscandagli, magnetometri ecc. e per le relative caratteristiche temporali e di propagazione di rumore e vibrazioni.

Nella Convenzione MARPOL 73/78, il rumore era considerato solo in termini di emissioni prodotte dalle imbarcazioni. Non essendo espressamente menzionate dalla normativa, si può comunque considerare in linea generale che le emissioni acustiche in ambiente marino siano regolate dalle norme volte a prevenire e controllare l’inquinamento marino genericamente proveniente da qualsiasi sorgente, come ad esempio specificato l’articolo 194 della convenzione UNCLOS (1995).

ACCOBAMS (*Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Sea*), costituisce uno strumento operativo per la conservazione della biodiversità nel Mar Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle acque immediatamente ad ovest di Gibilterra, ed ha come scopo il perseguimento di una migliore conoscenza dei Cetacei nonché la riduzione delle minacce nei confronti di questi animali da parte delle attività antropiche tramite il suggerimento di importanti linee guida. Al momento non sono a disposizione dati esaustivi per comprendere l’estensione reale del problema legato all’impatto acustico sui cetacei da parte delle emissioni antropiche, per cui ACCOBAMS propone un approccio precauzionale alla regolazione del rumore. In seguito all’adozione della risoluzione 4.17



“Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on cetaceans in the ACCOBAMS area” da parte del 4° meeting delle parti contraenti, è stato creato un apposito gruppo di lavoro dedicato allo studio della mitigazione degli impatti acustici sui cetacei.

La consapevolezza dell’impatto che le emissioni acustiche possono provocare sulla fauna marina, ed in particolare sui mammiferi marini, ha fatto sentire in tempi recenti, a livello internazionale, la necessità di regolamentare queste attività al fine di minimizzarne gli impatti. L’attenzione normativa è soprattutto focalizzata alle attività considerate maggiormente impattanti in tema di emissioni acustiche, cioè test a mare che prevedono l’impiego di sonar militari e indagini geofisiche. A tale riguardo, va citato l’Allegato K, *Report of the Standing Working Group on Environmental Concern* delle Raccomandazioni della 58° *International Whaling Commission*, 2006 (a cui l’Italia ha aderito in data 06/02/1998), in cui sono riassunte le misure proposte per la regolamentazione dei danni arrecati in particolare ai mammiferi marini dalle attività di esplorazione geofisica.

Di seguito verranno riportati gli aspetti principali delle linee guida maggiormente riconosciute a livello internazionale e nazionale, quali:

- Linee guida emanate dal JNCC – *Joint Natural Conservation Committee*;
- Linee guida emanate da ACCOBAMS – *Agreement on the Conservation of Cetaceans of Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Area*;
- Linee guida redatte dall’ ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

2.3.1 Linee guida emanate dal JNCC

Il JNCC (*Joint Natural Conservation Committee*) è un organismo internazionale rappresentato dal comitato scientifico del governo britannico per la conservazione della natura. Le misure di mitigazione redatte dal JNCC vengono normalmente adottate in ambito internazionale e sono state redatte con lo scopo di minimizzare i possibili impatti dell’*air-gun* sulla fauna marina in generale e sui mammiferi marini in particolare.

In particolare le linee guida emanate dal JNCC prevedono:

Sezione I – valutazione e riduzione del rischio di lesioni ai mammiferi marini

Fase di pianificazione

- Consultare la bibliografia disponibile per determinare la probabilità di incontrare mammiferi marini nell’area interessata e valutare eventuali considerazioni di carattere stagionale da prendere in esame (periodo di migrazione, riproduttivo, etc.);
- Quando possibile, pianificare la prospezione in modo da evitare mammiferi marini durante la stagione riproduttiva o durante lo svezzamento;
- Munirsi di personale qualificato e con esperienza per ricoprire il ruolo di *Marine Mammal Observer* a bordo nave;
- L’attività geofisica deve essere svolta durante le ore diurne; tuttavia è ammessa l’operatività durante le ore notturne qualora si disponga di un sistema di monitoraggio acustico passivo;
- Cercare di ridurre l’intensità delle emissioni sonore e le alte frequenze del rumore prodotto dagli *air-gun*.

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



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

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

- Numero identificativo del *survey* geofisico;
- Data e luogo del *survey*;
- Numero e volume di ciascun *air-gun*;
- Caratteristiche dell'*array* di *air-gun*;
- Numero e tipo di imbarcazione utilizzate;
- Durata del *soft start*;
- Problemi incontrati durante il *survey* e/o in caso di avvistamento cetacei;
- Avvistamenti di mammiferi marini (schede standard);
- Procedure messe in atto in caso di avvistamenti durante le prospezioni.

Sezione III – Prima e durante l'attività geofisica

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

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

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

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

Con il termine *soft start* si intende il periodo di tempo in cui gli *air-gun* cominciano ad operare in maniera blanda fino al raggiungimento della piena potenza operativa. Per eseguire correttamente un *soft start*:

- Le emissioni sonore devono essere graduali (viene attivato prima l'*air-gun* di dimensioni inferiori e mano a mano sono aggiunti gli altri) con un start up a bassa energia che deve protrarsi per almeno 20 minuti in maniera da permettere l'allontanamento dei mammiferi marini presenti nelle vicinanze. Il *soft start* deve essere effettuato ogni volta che vengono attivati gli *air-gun* a prescindere dalla presenza di mammiferi marini nell'area;
- Per minimizzare l'introduzione di ulteriore rumore in ambiente marino, il *soft start* non deve essere protratto per più di 40 minuti. Evitare spari oltre quelli strettamente necessari per le normali operazioni;



- Qualora durante il *survey* si fossero interrotti gli spari per un periodo pari o superiore a 10 minuti, prima di riattivare gli *air-gun* deve essere effettuata una ricerca di mammiferi marini e un *soft start* completo di 20 minuti. Dopo un'interruzione degli spari, di qualsiasi durata, deve essere effettuato un controllo visivo per assicurarsi dell'assenza di mammiferi marini nel raggio di 500 metri. Qualora fosse rilevata la presenza di un mammifero marino, le operazioni devono essere ritardate come descritto sopra.

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

Sezione IV – Monitoraggio acustico

Il monitoraggio acustico deve essere utilizzato per rilevare la presenza di mammiferi marini prima di effettuare la tecnica del *soft start*, soprattutto in aree dove è nota la presenza di specie sensibili difficili da avvistare. Fortemente consigliato come strumento di mitigazione durante le ore notturne o in condizioni di scarsa visibilità o quando le condizioni meteo marine rendono difficili gli avvistamenti. Tuttavia, risulta essere meno preciso del monitoraggio visivo nel determinare la distanza a cui si trovano i mammiferi marini rispetto all'*array* di *air-gun*.

2.3.2 Linee guida emanate da ACCOBAMS

L'ACCOBAMS (*Agreement on the Conservation of Cetaceans of Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Area*) rappresenta uno strumento di cooperazione per la conservazione della biodiversità marina, ed in particolare dei cetacei, nel Mar Nero, Mediterraneo e nella parte Atlantica contigua al Mediterraneo. Questo strumento ha redatto una serie di raccomandazioni e linee guida volte a minimizzare l'impatto delle attività che generano rumore sulla fauna marina e si divide in una sezione generale, una sezione pratica e una sezione speciale:

Sezione generale – valida per tutte le attività che generano rumore subacqueo

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



- servizio), sia indipendenti (es. altri eventi, incremento della navigazione da diporto durante la stagione turistica);
- e) Sviluppare banche dati/GIS fra di loro compatibili per costruire in prospettiva un documento di pianificazione completo e condivisibile;
 - f) Modellare il campo acustico generato in relazione alle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale, propagazione sferica o cilindrica) e alle caratteristiche della sorgente (frequenza dominante, intensità e direzionalità), per stabilire le distanze di propagazione, e quindi le EZ (*Exclusion Zone*), per le seguenti intensità: 160db re 1 μ Pa, 180db re 1 μ Pa, 190db re 1 μ Pa. In caso di *Power Down* (vedi sezione pratica lettera e), stabilire anche i raggi di propagazione di 180db re 1 μ Pa e 190db re 1 μ Pa relativi alla potenza ridotta. Ad esempio, un *array* di X *air-gun* può essere ridotto a 1 solo *air-gun* attivo a seguito di un *Power Down*, in modo da ridurre la potenza emessa (e il relativo raggio di pericolosità) senza spegnere la sorgente;
 - g) Utilizzare sempre la minima potenza della sorgente (es. *air-gun*, *sonar*) utile al conseguimento degli obiettivi;
 - h) Verificare in campo, quando possibile, i reali livelli e distanze di propagazione, modificando eventualmente il raggio della *Exclusion Zone*. Per fare ciò, eseguire una serie di rilevazioni con strumentazione calibrata. Le misure andrebbero ripetute al cambiamento delle condizioni di propagazione. In caso di impossibilità, fare sempre riferimento al modello più conservativo;
 - i) Considerare la possibilità di espandere la zona EZ anche oltre il limite dei 180db re 1 μ Pa adottando quella relativa ai 160db re 1 μ Pa nel caso si osservino variazioni comportamentali degli animali presenti al di fuori di essa;
 - j) Prevedere un sistema automatico di *logging* dell'attività della sorgente per documentare l'ammontare di energia acustica prodotta e rendere disponibili queste informazioni agli organi deputati a regolamentare le emissioni acustiche, alla comunità scientifica e al pubblico;
 - k) Prevedere l'utilizzo di un *software* di raccolta e registrazione dei dati di navigazione, condizioni meteo, avvistamenti e contatti acustici. Tale *software* deve essere il più automatizzato possibile per non distogliere gli MMO dai loro compiti di monitoraggio. Il *software* dovrebbe inoltre essere in grado di visualizzare geograficamente in tempo reale gli avvistamenti e i contatti acustici inseriti;
 - l) Prevedere quale parte integrante delle misure di mitigazione la produzione di report per fornire informazioni sulle procedure applicate, sulla loro efficacia, e per fornire dati di presenza animali da utilizzarsi per alimentare i *database* già esistenti. Incoraggiare la pubblicazione dei report sulle riviste specializzate;
 - m) Allertare, durante le operazioni, le reti per gli spiaggiamenti dell'area di interesse; pianificare, se necessario, attività di monitoraggio addizionale delle coste più vicine;
 - n) In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni (secondo il giudizio del Responsabile MMO a bordo), interrompere ogni emissione acustica, avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte;
 - o) In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nelle vicinanze delle operazioni, è facoltà degli MMO di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi;
 - p) Oltre che al monitoraggio visivo e acustico, gli MMO sono tenuti a sorvegliare l'applicazione delle regole di mitigazione e la conformità dell'esperimento (es. potenza della sorgente, zona di operazioni) alla Richiesta e relativa Autorizzazione vigente;
 - q) Gli MMO fanno riferimento al Referente Nazionale che informa il segretariato ACCOBAMS attraverso report compilati su protocolli standardizzati. Discutere tempestivamente di ogni



inaspettato cambiamento e condizione nei protocolli applicati con il Segretariato in collaborazione con il comitato scientifico;

- r) Le linee guida di mitigazione e le relative operazioni di implementazione adottate dovrebbero essere di volta in volta rese pubbliche da tutti i soggetti che si apprestino a svolgere attività rumorose in mare: Pubblici, Privati, Militari;
- s) Gli MMO devono essere personale competente e provvisto di adeguato background in materia. In caso di impossibilità di reperire tutto il personale con comprovata esperienza, assicurarsi che almeno la maggior parte di esso lo sia. Per operazioni che coprano le 24 h per più giorni consecutivi, il numero minimo di MMO non deve essere inferiore a 5.

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

- a) Assicurare monitoraggio visivo e acustico passivo (PAM *Passive Acoustic Monitoring*) con team specializzati di osservatori e bioacustici al fine di assicurare che non siano presenti cetacei nella EZ almeno per 30 minuti prima di avviare le sorgenti acustiche (*Ramp Up*, lettera b di questa sezione). L'intera EZ deve essere chiaramente visibile agli osservatori per tutti i 30 minuti. Le osservazioni, acustiche e visive, devono proseguire durante tutta l'attività di emissione (avvistamento durante le ore diurne e acustica 24 h);
- b) Nel caso di prima accensione della sorgente (*Ramp up*), essa deve essere attivata alla potenza minima e successivamente incrementata di non più di 6db ogni 5 minuti fino al raggiungimento della potenza desiderata (NMFS, 2000; NURC, 2009). La EZ (calcolata sul valore massimo operativo della sorgente) deve essere libera da mammiferi marini per almeno 30 minuti precedenti;
- c) Nel caso in cui un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella EZ durante i 30 min di osservazione precedenti all'attivazione della sorgente, attendere nuovamente 30 minuti ricalcolandoli come segue: 30 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; dopo 15 minuti nel caso in cui gli animali (piccoli cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 45 minuti dall'ultimo contatto visivo); dopo 30 minuti nel caso in cui gli animali (grandi cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 60 minuti dall'ultimo contatto visivo);
- d) Nel caso in cui un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella EZ di 180db re 1 μ Pa, l'MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione (*Power Down*; di seguito PD, alla lettera e) dell'intensità della sorgente o la cessazione (*Shut Down*; di seguito SD) della stessa, secondo quanto descritto al punto e);
- e) Il *Power Down* comporta la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale. In caso di *air-gun*, per esempio, si mantiene attivo 1 solo *air-gun*. Diminuendo la potenza emessa a livello minimo, la EZ di 180db re 1 μ Pa si riduce di conseguenza. Se gli animali continuano ad avvicinarsi fino a entrare nella nuova EZ, gli MMO richiedono uno *Shut Down*;
- f) Lo *Shut Down* comporta lo spegnimento completo della sorgente acustica;
- g) Dopo un avvistamento con relativo PD o SD, la sorgente può essere riattivata secondo le seguenti procedure: 1) Quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; 2) Nel caso in cui l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 15 minuti dall'ultimo contatto visivo nel caso di piccoli cetacei e pinnipedi; 3) Dopo 30 minuti nel caso di cetacei di grandi dimensioni;
- h) Dopo un PD, uno SD o una qualsiasi interruzione dovuta a ragioni tecniche, la sorgente può essere riattivata direttamente a piena potenza se la sospensione/riduzione sia durata meno di 8 minuti. In tutti gli altri casi, deve essere ripetuto il *Ramp Up*. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso in cui il monitoraggio degli MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso in cui la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD;



- i) I *Ramp Up* durante le ore notturne sono fortemente sconsigliati, date le oggettive difficoltà di rivelazione visiva degli animali. Possono comunque avvenire solo in caso in cui la sorgente non sia mai stata spenta per più di 8 minuti consecutivi;
- j) Prevedere che l'equipaggiamento per il monitoraggio visivo includa idonei binocoli (7x50, almeno uno per operatore in servizio), compresi *big eyes* (25x150, uno in caso di visione a 360 gradi, due, uno per lato, in caso di visione laterale limitata), da utilizzare secondo il protocollo di monitoraggio, che deve tenere in considerazione la rotazione degli operatori (secondo gli schemi solitamente adottati e accettati);
- k) Registrare ogni avvistamento e contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali sia in un file con funzione di archivio che nel programma di log e visualizzazione geografica. Si suggerisce di utilizzare un solo programma che svolga entrambe le funzioni per evitare un doppio carico di lavoro per gli MMO;
- l) Registrare una linea di log ogni mezz'ora riportando i dati geografici, temporali e meteorologici e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota;
- m) Effettuare il monitoraggio acustico per tutta la durata delle emissioni acustiche attive e, in generale, per il maggior tempo possibile anche quando la sorgente è spenta;
- n) Le registrazioni acustiche andrebbero effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e comunque per tutto il periodo in cui l'*array* è in mare e operativo. Le stesse andrebbero conservate per almeno un anno dopo il termine dell'esperimento;
- o) Anche per il monitoraggio acustico, prevedere un *software* che assista l'operatore nella descrizione del contenuto delle stesse e compilare una linea di log ogni 30 minuti e ogni qual volta si verifichi un evento degno di nota;
- p) Effettuare il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica full band per le bande infra e ultra soniche;
- q) L'operatore acustico deve essere in contatto sia con la *team visual* che con i tecnici della sorgente per assicurare la piena sincronia delle operazioni;
- r) Adattare la sequenza di linee di *survey* tenendo conto di ogni prevedibile movimento degli animali all'interno dell'area delle operazioni ed evitando di bloccare rotte di fuga. Nel caso di operazioni in prossimità di golfi e insenature, procedere sempre dall'interno verso l'esterno e mai viceversa;
- s) Le sorgenti ad alta potenza dovrebbero possibilmente essere interrotte durante la notte, durante altri periodi con scarsa visibilità e durante condizioni di trasmissione in superficie favorevole, in quanto il monitoraggio delle EZ risulta compromesso;
- t) Il monitoraggio acustico passivo (PAM) deve essere effettuato con cortine di idrofoni trainati (*hydrophone arrays*) o con altra idonea tecnologia con larghezza di banda e sensibilità sufficienti a captare le vocalizzazioni nell'intera gamma di frequenze utilizzate dai Cetacei attesi nell'area;
- u) Assicurare almeno due osservatori *visual* durante le ore diurne e un acustico 24 h durante la fase di trasmissione su ogni nave sorgente, nel rispetto dei normali turni di attività/riposo;
- v) Cessare le emissioni ogni volta che all'interno dell'area monitorata siano osservate aggregazioni di specie vulnerabili (quali capodogli o zifidi).

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

- a) Limitare la propagazione orizzontale adottando idonee configurazioni di *arrays* e sincronizzazione degli impulsi ed eliminando le componenti in alta frequenza non necessarie;



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

2.3.3 Linee guida redatte dall'ISPRA

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha redatto un rapporto tecnico sulla valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani, indicando una serie di *best practices* da integrare nelle linee guida esistenti, precedentemente descritte.

Fase di pianificazione

- la scelta dell'area da indagare non può prescindere dalle schede informative inerenti ai mammiferi marini che popolano i nostri mari;
- è opportuno programmare il *survey* geofisico in maniera da evitare il periodo riproduttivo delle principali specie ittiche al fine di evitare effetti negativi sul numero di uova disponibili;
- considerazione di effetti cumulativi che potrebbero verificarsi per la presenza di altre attività impattanti nella stessa area di mare dove è svolta l'indagine geofisica o in una zona adiacente.

Fase di attività

- riduzione dell'intensità dell'emissione sonora e del numero di *air-gun*;
- *soft start* prolungato: da un minimo di 30 minuti ad un massimo di 60 minuti;
- zona di esclusione più ampia dove prevedere l'immediata riduzione dell'intensità della sorgente (*power down*) o la cessazione della stessa (*shut down*) in presenza di mammiferi marini;
- considerazione di un valore soglia del rumore inferiore per evitare non solo danni fisiologici ma anche disturbi comportamentali alla fauna acquatica;
- monitoraggio acustico passivo (PAM) da utilizzare in condizioni di scarsa visibilità e comunque da affiancare costantemente a quello visivo;
- verifica sul campo dei livelli di rumore e delle reali distanze di propagazione per constatare l'efficacia dell'estensione dell'area di sicurezza.

Fase post-survey

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

2.4 Regime vincolistico

Lo studio del regime vincolistico ha riguardato il tratto di costa e le acque marine della Regione Calabria antistanti l'area relativa all'istanza di permesso di ricerca in mare.

Sono state analizzate le seguenti tematiche:

- Zone costiere facenti parte di aree naturali protette o soggette a misure di salvaguardia (Legge n. 394 del 6/12/1991 recante "Legge quadro sulle aree protette");
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), riconosciuti in ambito della Rete Natura 2000;
- Aree marine protette;
- Zone marine di ripopolamento e Zone marine di tutela biologica;
- Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Areas" (IBA);
- Aree tutelate ai sensi del D.Lgs. n. 42 del 22/01/2004 recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", comprendenti anche Zone archeologiche marine;
- Aree vincolate in base a specifiche ordinanze emesse dalle Capitanerie di Porto o da vincoli militari.

La presenza delle aree interessate dalle tematiche sopra riportate, è stata valutata tramite la consultazione dei siti web ufficiali:

- Portale Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (www.minambiente.it);
- Ministero dei Beni e delle Attività Culturali – SITAP (sitap.beniculturali.it);
- Portale Rete Natura 2000 (natura2000.eea.europa.eu/#);
- *Bird Life International* (www.birdlife.org);
- *The Ramsar Convention on Wetlands* (www.ramsar.org);
- Regione Calabria (www.regione.calabria.it);
- Dipartimento delle Politiche dell'ambiente, Regione Calabria (www.regione.calabria.it/ambiente);
- Lipu (www.lipu.it);
- Sovrintendenze dei Beni Archeologici;
- Capitanerie di Porto (www.guardiacostiera.it);
- Ministero della Difesa (www.difesa.it).

Si ricorda che le operazioni di indagine geofisica verranno effettuate esclusivamente all'interno dell'area oggetto di istanza di permesso di ricerca, la quale si trova oltre la zona di tutela di 12 miglia nautiche imposta dalla normativa vigente.

2.4.1 Aree naturali protette costiere

La legge 394/91 definisce la classificazione delle aree naturali protette e istituisce l'Elenco ufficiale delle aree protette, nel quale vengono iscritte tutte le aree che rispondono ai criteri stabiliti, a suo tempo, dal Comitato Nazionale per le aree protette.

Attualmente il sistema delle aree naturali protette è classificato come segue.

2.4.1.1 Parchi Nazionali

I Parchi Nazionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono uno o più ecosistemi intatti o anche parzialmente alterati da interventi antropici, una o più formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche, biologiche, di rilievo internazionale o nazionale per valori naturalistici,

scientifici, estetici, culturali, educativi e ricreativi tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro conservazione per le generazioni presenti e future.

In Figura 2.2 si riportano l'ubicazione dei parchi nazionali presenti sul territorio Italiano.

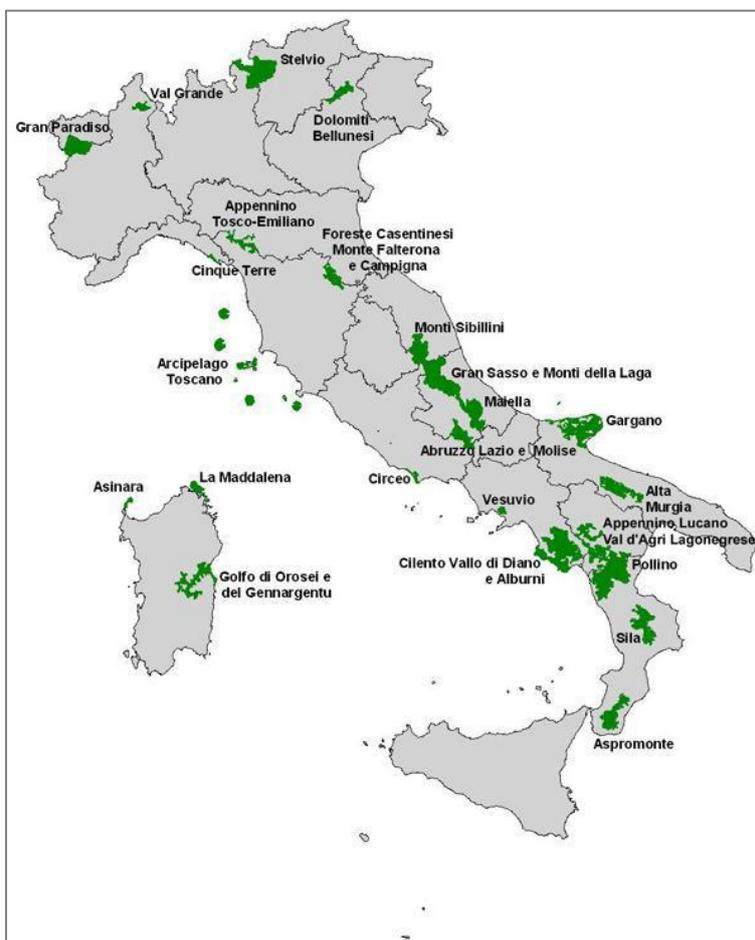


Figura 2.2 - Mappa dei Parchi Nazionali Presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)

Nella Regione Calabria sono presenti tre Parchi Naturali Nazionali: “Parco Nazionale del Pollino”, “Parco Nazionale dell’Aspromonte” e “Parco Nazionale della Sila”.

Nessuno di tre parchi sopra menzionati presenta una parte a mare.

2.4.1.2 Parchi naturali regionali e interregionali

I Parchi Naturali regionali e interregionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell'ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturalistici dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Nella Regione Calabria è presente solo un Parco Naturale Regionale terrestre, il “Parco Naturale Regionale delle Serre” che si trova nell’entroterra, e cinque Parchi Regionali Marini:

- Parco Marino Regionale “Riviera dei Cedri”;
- Parco Marino Regionale “Baia di Soverato”;
- Parco Marino Regionale “Costa dei Gelsomini”;
- Parco Marino Regionale “Scogli di Isca”;



- Parco Marino Regionale “Fondali di Capocozzo - S. Irene - Vibo Marina - Pizzo - Capovaticano Tropea”.

Nessuno dei cinque parchi marini sopra menzionati ricade nell’area oggetto d’interesse, né è presente lungo la costa antistante, né si trova all’interno della provincia di Crotona.

2.4.1.3 Riserve naturali

Le Riserve naturali sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie di flora e fauna naturalisticamente rilevanti, ovvero che presentano uno o più ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli elementi naturalistici in esse rappresentati.

Nell’area d’interesse di questo studio non ricadono riserve naturali, né esse sono presenti lungo la costa antistante la zona d’istanza di permesso di ricerca a mare e né sono presenti nella provincia di Crotona.

2.4.1.4 Zone umide di interesse internazionale (convenzione RAMSAR)

Le Zone umide di interesse internazionale sono costituite da aree acquitrinose, paludi, torbiere oppure zone naturali o artificiali d'acqua, permanenti o transitorie, comprese zone di acqua marina la cui profondità, quando c'è bassa marea, non superi i sei metri e che per le loro caratteristiche possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar. Viene così garantita la conservazione dei più importanti ecosistemi "umidi" nazionali, le cui funzioni ecologiche sono fondamentali, sia come regolatori del regime delle acque, sia come habitat di una particolare flora e fauna.

L'atto fu siglato nel corso della "Conferenza Internazionale sulla Conservazione delle Zone Umide e sugli Uccelli Acquatici", promossa dall'Ufficio Internazionale per le Ricerche sulle Zone Umide e sugli Uccelli Acquatici (IWRB - *International Wetlands and Waterfowl Research Bureau*) con la collaborazione dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN - *International Union for Conservation of Nature*) e del Consiglio Internazionale per la Protezione degli Uccelli (ICBP - *International Council for Bird Preservation*). L'evento internazionale determinò un'autorevole svolta nella cooperazione internazionale per la protezione degli habitat, riconoscendo l'importanza ed il valore delle zone denominate "umide", ecosistemi con altissimo grado di biodiversità, habitat vitale per gli uccelli acquatici.

Ad oggi, 50 siti del nostro Paese sono stati riconosciuti ed inseriti nell'elenco d'importanza internazionale stilato ai sensi della Convenzione di Ramsar.

Non sono presenti siti Ramsar nell’area oggetto di studio.

Nella regione Calabria è presente una sola area Ramsar, il “Bacino dell’Angitola” (3IT045) che si trova lungo la costa dalla parte del mar Tirreno (Figura 2.3).

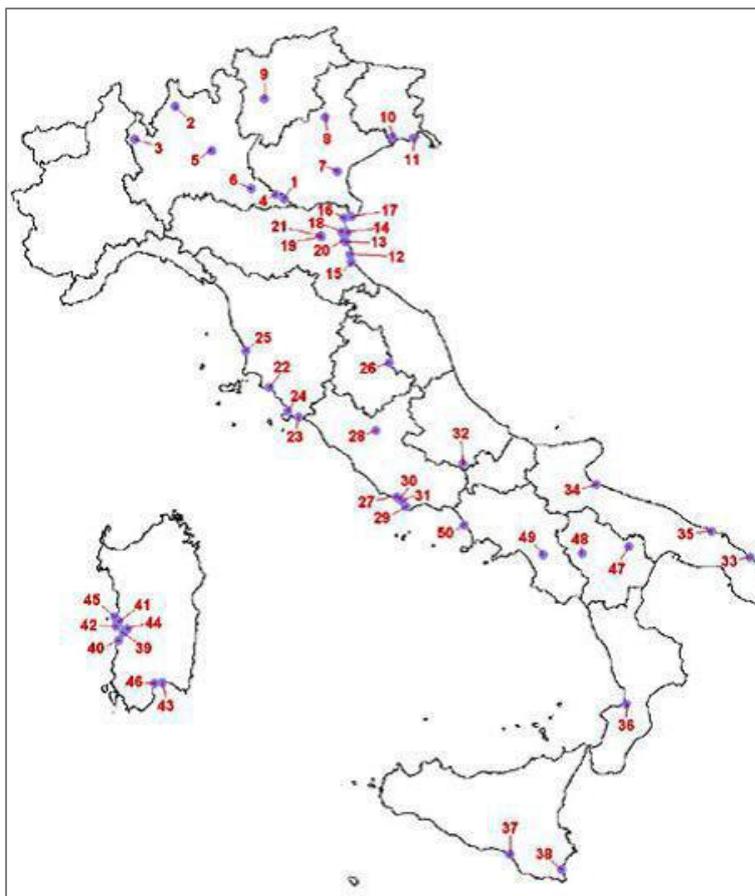


Figura 2.3 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/zone-umide-di-importanza-internazionale)

2.4.2 Siti di Interesse Comunitario e Zone a Protezione Speciale (Rete Natura 2000)

Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La Rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la Rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche "conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali" (Art. 2). Soggetti privati possono essere proprietari dei siti Natura 2000, assicurandone una gestione sostenibile sia dal punto di vista ecologico che economico.

Un altro elemento innovativo è il riconoscimento dell'importanza di alcuni elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione per la flora e la fauna selvatiche (art. 10). Gli Stati membri sono invitati a mantenere o all'occorrenza sviluppare tali elementi per migliorare la coerenza ecologica della rete Natura 2000.

In Italia, i SIC, le ZSC e le ZPS coprono complessivamente il 21% circa del territorio nazionale.



La zona oggetto d'istanza di permesso di ricerca in mare non include al suo interno alcun SIC o ZPS.

Per completezza di trattazione, in Tabella 2.1, si riportano i SIC e le ZPS presenti lungo le coste Calabresi antistanti la zona di ricerca:

Tipo	Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
SIC	IT9320095	Foce Neto	14,8
SIC	IT9320096	Fondali di Gabella Grande	15,4
SIC	IT9320101	Capo Colonne	12,9
SIC	IT9320103	Capo Rizzuto	19,3
SIC	IT9320097	Fondali da Crotone a Le Castella	12,7
ZPS	IT9320302	Marchesato e Fiume Neto	13,7

Tabella 2.1 - Tabella riassuntiva delle aree Rete Natura 2000 più vicine all'area oggetto in istanza di permesso di ricerca

Per una descrizione completa dei SIC e delle ZPS individuate si rimanda all'allegato 4.

2.4.3 Aree marine protette (AMP)

Le aree marine protette sono istituite ai sensi delle leggi n. 979 del 1982 e n. 394 del 1991 con Decreto del Ministro dell'Ambiente che contiene la denominazione e la delimitazione dell'area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione. Si tratta di ambienti marini dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono.

Le aree marine protette generalmente sono suddivise al loro interno in diverse tipologie di zone denominate A, B e C. L'intento è quello di assicurare la massima protezione agli ambiti di maggior valore ambientale, che ricadono nelle zone di riserva integrale (zona A), applicando in modo rigoroso i vincoli stabiliti dalla legge. Con le zone B e C si vuole assicurare una gradualità di protezione attuando, attraverso i Decreti Istitutivi, delle eccezioni (deroghe) a tali vincoli al fine di coniugare la conservazione dei valori ambientali con la fruizione ed uso sostenibile dell'ambiente marino. Le tre tipologie di zone sono delimitate da coordinate geografiche e riportate nella cartografia allegata al Decreto Istitutivo pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale:

- Zona A (nella cartografia evidenziata con il colore rosso), di riserva integrale, interdetta a tutte le attività che possano arrecare danno o disturbo all'ambiente marino. La zona A è il vero cuore della riserva. In tale zona, individuata in ambiti ridotti, sono consentite in genere unicamente le attività di ricerca scientifica e le attività di servizio.
- Zona B (nella cartografia evidenziata con il colore giallo), di riserva generale, dove sono consentite, spesso regolamentate e autorizzate dall'organismo di gestione, una serie di attività che, pur concedendo una fruizione ed uso sostenibile dell'ambiente influiscono con il minor impatto possibile. Anche le zone B di solito non sono molto estese.
- Zona C (nella cartografia evidenziata con il colore azzurro), di riserva parziale, che rappresenta la fascia tampone tra le zone di maggior valore naturalistico e i settori esterni all'area marina protetta, dove sono consentite e regolamentate dall'organismo di gestione, oltre a quanto già



consentito nelle altre zone, le attività di fruizione ed uso sostenibile del mare di modesto impatto ambientale. La maggior estensione dell'area marina protetta in genere ricade in zona C.

La commissione di riserva (L. n. 979 / 82 art. 28 e L. n. 426/98 art. 2 co. 16), affianca l'Ente delegato nella gestione della riserva, formulando proposte e suggerimenti per tutto quanto attiene al funzionamento della riserva medesima.

La legge 394/91 articolo 19 individua le attività vietate nelle aree protette marine, quelle cioè che possono compromettere la tutela delle caratteristiche dell'ambiente oggetto della protezione e delle finalità istitutive dell'area. I Decreti Istitutivi delle aree marine protette, considerando la natura e le attività socio-economiche dei luoghi, possono però prevedere alcune eccezioni (deroghe) ai divieti stabiliti dalla L. 394/91 oltre a dettagliare in modo più esaustivo i vincoli. A tal proposito si rimanda ad ogni singolo Decreto Istitutivo o eventuale successivo decreto di modifica e, laddove presente, al regolamento, per ognuna delle 16 aree marine protette. In generale la legge 394/91 vieta nelle aree marine protette:

- La cattura, la raccolta e il danneggiamento delle specie animali e vegetali nonché l'asportazione di minerali e di reperti archeologici;
- L'alterazione dell'ambiente geofisico e delle caratteristiche chimiche e idrobiologiche delle acque;
- Lo svolgimento di attività pubblicitarie;
- L'introduzione di armi, di esplosivi e ogni altro mezzo distruttivo e di cattura;
- La navigazione a motore;
- Ogni forma di discarica di rifiuti solidi e liquidi.

2.4.3.1 Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM)

Nel 1995 la Convenzione di Barcellona (1978), ratificata con legge 25 Gennaio 1979 n. 30, relativa alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, amplia il suo ambito di applicazione geografica diventando "Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e la regione costiera del Mediterraneo", il cui bacino, per la ricchezza di specie, popolazioni e paesaggi, rappresenta uno dei siti più ricchi di biodiversità al Mondo. Con il Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo del 1995 (Protocollo ASP) le Parti contraenti hanno previsto, al fine di promuovere la cooperazione nella gestione e conservazione delle aree naturali, così come nella protezione delle specie minacciate e dei loro habitat, l'istituzione di Aree Speciali Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM) o SPAMI (dall'acronimo inglese *Specially Protected Areas of Mediterranean Importance*).

La Lista ASPIM comprende 32 siti, tra i quali anche l'area marina protetta internazionale del Santuario per i mammiferi marini. Le aree marine protette italiane inserite nella lista delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea sono 10:

1. Portofino
2. Miramare
3. Plemmirio
4. Tavolara - Punta Coda Cavallo
5. Torre Guaceto
6. Capo Caccia – Isola Piana
7. Punta Campanella
8. Porto Cesareo
9. Capo Carbonara
10. Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre

Nessuna delle ASPIM sopracitate rientra nell'area oggetto di studio.

2.4.3.2 Aree marine istituite

In Italia, fino ad ora, sono state istituite 27 aree marine protette, oltre a 2 parchi sommersi, che tutelano complessivamente circa 228mila ettari di mare e circa 700 chilometri di costa (Figura 2.4)



Figura 2.4 - Aree marine protette nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-istituite)

Nell'area d'interesse non ricadono aree marine protette.

Per completezza di trattazione verrà fornita, nel capitolo Aree naturali protette, una descrizione dell'area marina protetta "Capo Rizzuto", la quale si trova nelle acque antistanti la zona interessata da istanza di permesso di ricerca in mare.

2.4.3.3 Aree marine di prossima istituzione

Le aree marine protette di prossima istituzione sono le aree di reperimento per le quali è in corso l'iter istruttorio. Tale iter è previsto per le aree comprese nell'elenco delle 48 Aree di reperimento indicate dalle leggi 979/82 art. 31 e 394/91 art. 36.

Nella Figura 2.5 vengono indicate le aree marine di prossima istituzione presenti nel territorio italiano.

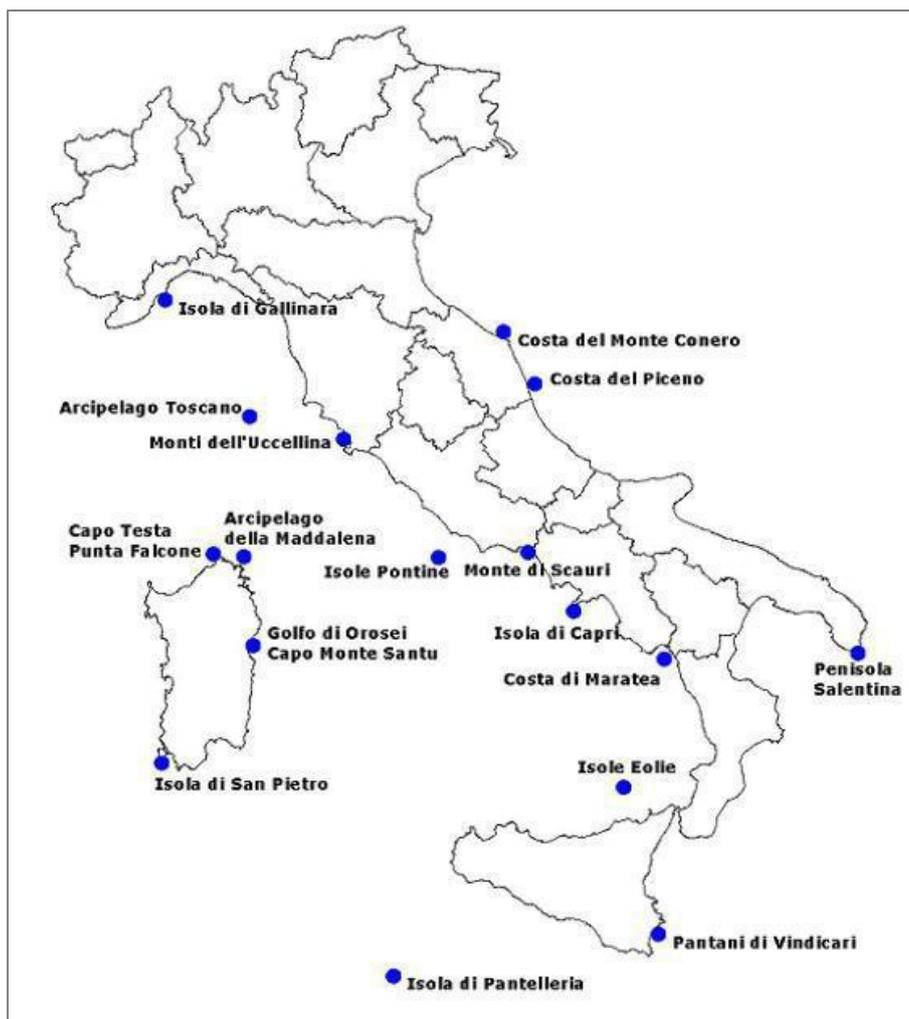


Figura 2.5 - Aree Marine Protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-prossima-istituzione)

Come si può notare, nella Regione Calabria non sono presenti aree marine di prossima istituzione.

2.4.3.4 Aree marine di reperimento

Fino ad ora sono state individuate 48 Aree marine di reperimento (49 se si considera che le Isole Pontine sono state scorporate in: Isole di Ponza, Palmarola e Zannone e Isole di Ventotene e Santo Stefano), definite dalle leggi 979/82 art. 31, 394/91 art. 36, 344/97 art. 4 e 93/01 art. 8.

Di queste, 27 sono state istituite e altre 17 sono di prossima istituzione, in quanto è in corso il relativo iter tecnico amministrativo.

Le restanti 5 sono solo state indicate dalla legge come meritevoli di tutela, ma non è ancora iniziato alcun iter amministrativo per l'istituzione.

In Figura 2.6 sono rappresentate le aree marine di reperimento presenti nel territorio italiano.



Figura 2.6 - Aree Marine di Reperimento, meritevoli di tutela, ma per cui non è ancora iniziato nessun iter istruttorio (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-reperimento)

Nella Regione Calabria non sono presenti aree marine di reperimento.

2.4.4 Zone di ripopolamento e Zone di tutela biologica (ZTB)

L'art. 98 del D.P.R. 1639/1968 prevede di limitare o vietare l'esercizio delle attività di pesca in alcune zone di mare, le quali vengono riconosciute come aree di ripopolazione od accrescimento di specie marine di importanza economica o riconosciute come eccessivamente sfruttate. Questa norma prevede l'istituzione di Zone di Tutela Biologica. Alcune Regioni, come Sardegna e Sicilia, hanno provveduto indipendentemente a limitare le attività di pesca in alcune aree di pertinenza regionale con provvedimenti propri.

Le Zone di Tutela Biologica possono essere istituite per un tempo definito, oppure non avere limiti di scadenza. Inoltre, queste aree hanno una notevole elasticità, potendo limitare l'uso di uno o più attrezzi di pesca o fissare delle caratteristiche tecniche particolari per gli attrezzi, porre limitazioni per alcuni mesi o per tutto l'anno.

L'iter costitutivo di una Zona di Tutela Biologica inizia con la definizione delle esigenze generali, seguita da una fase di ricerca scientifica nell'area individuata, atta a valutare la distribuzione delle popolazioni ittiche e l'effettiva esigenza di protezione.

In Figura 2.7 si riportano le Zone di Tutela Biologica istituite in base all'art. 98 del P.R. 1639/1968 (in essa non sono rappresentate le ZTB istituite in modo autonomo dalle Regioni Sicilia e Sardegna).



Figura 2.7 – Zone di Tutela Biologica presenti nel territorio italiano. La carta non include le ZTB istituite in modo autonomo dalle Regioni Sicilia e Sardegna (fonte: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, “Lo Stato della Pesca nei Mari Italiani” – Capitolo 10.6)

Come si può evincere dall’immagine sopra riportata, e come specifica “Lo Stato della Pesca nei Mari Italiani” (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali), nell’area interessata dall’istanza di permesso di ricerca non sono presenti Zone di Tutela Biologica.

Per le Zone Marine di Ripopolamento, la Legge 41/82 è stata abrogata dal D.Lgs.154/2004 e s.m.i. riguardante la modernizzazione del settore pesca e dell’acquacoltura. Tali aree non sono classificabili come aree marine e costiere a qualsiasi titolo protette per scopi di tutela ambientale, ma piuttosto sono zone nelle quali vengono create le condizioni atte a favorire il ripopolamento delle specie ittiche.

Non sono state individuate oasi di ripopolamento né nell’area interessata da queste studio né nelle zone limitrofe ad essa.

2.4.5 Zone marine e costiere interessate da “Important Bird Areas” (IBA)

La Corte di Giustizia Europea, con la sentenza C –3/96 del 19/05/98, ha riconosciuto l’inventario IBA quale riferimento per valutare l'adeguatezza delle reti nazionali di Zone di Protezione Speciale (ZPS), cui applicare gli obblighi di conservazione previsti dalla Direttiva Uccelli (direttiva 79/409/CEE).

Queste aree rivestono un ruolo fondamentale per gli uccelli selvatici e dunque uno strumento essenziale per conoscerli e proteggerli. Per essere riconosciuto come IBA, un sito deve possedere almeno una delle seguenti caratteristiche:

- Ospitare un numero rilevante di individui di una o più specie minacciate a livello globale;
- Fare parte di una tipologia di aree importanti per la conservazione di particolari specie (come le zone umide o i pascoli aridi o le scogliere dove nidificano gli uccelli marini);
- Essere una zona in cui si concentra un numero particolarmente alto di uccelli in migrazione.

Ad oggi, le IBA individuate sono circa 11.000, sparse in 200 Paesi, mentre in Italia sono state classificate 172 IBA.

La zona oggetto d’indagine non contiene alcuna IBA al suo interno.

Si è proceduto comunque ad individuare le IBA presenti lungo la costa antistante la l’area oggetto di questo studio (Figura 2.8) e ne viene fornito un elenco in Tabella 2.2.

Codice	Nome del Sito
IT149M	Marchesato e Fiume Neto

Tabella 2.2 - Tabella riassuntiva delle Important Bird Areas presenti lungo la costa ionica Calabrese

Nel paragrafo 4.5 verranno descritte le IBA sopracitate al fine di fornire un quadro ambientale completo della costa antistante l’area di ricerca.

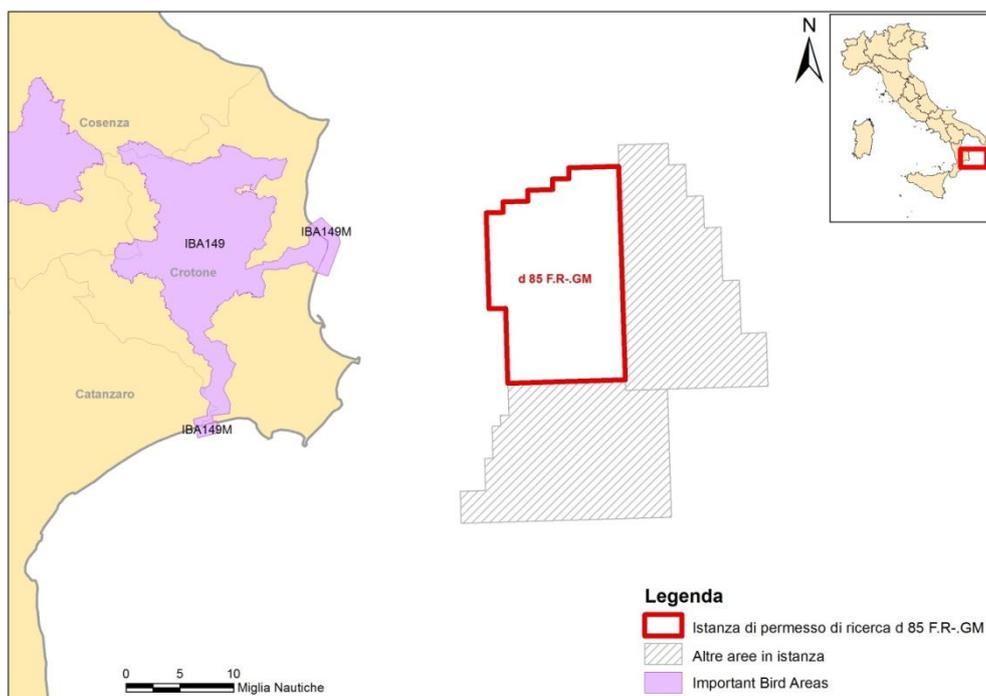


Figura 2.8 - Important Bird Areas (IBA) presenti lungo le coste orientali della Calabria, evidenziate in viola, con indicazione (in rosso) dell’area “d 85 F.R.-GM” e delle altre aree in istanza di permesso di ricerca presentate a nome Global MED

2.4.6 Aree archeologiche marine

La tutela dei beni archeologici sommersi in Italia è esercitata in conformità agli stessi principi generali previsti per il patrimonio archeologico nel sottosuolo, che sono stati definiti ed ampliati nell'ambito della Convenzione sulla Protezione del Patrimonio Culturale Subacqueo, adottata a Parigi il 2 novembre 2001 dagli Stati membri dell'UNESCO.

Questo fondamentale strumento internazionale ha come fine ultimo quello di consentire alle parti contraenti di tutelare al meglio il loro patrimonio sommerso, grazie a disciplina, protezione e promozione delle ricchezze culturali presenti nei fondali.

La Convenzione UNESCO ed il relativo Allegato sono entrati in vigore in Italia l'8 aprile 2010, tramite la Legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo n. 157 del 23 ottobre 2009.

Nell'Articolo 5 di detta legge si specifica che chiunque trovi oggetti ascrivibili al patrimonio culturale subacqueo localizzati nella zona di protezione ecologica o sulla piattaforma continentale italiana, come delimitate dalla legge e dagli accordi internazionali di delimitazione, deve denunciare entro 3 giorni l'avvenuto ritrovamento alla Autorità marittima più vicina (www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea).

Già in tempi antecedenti l'entrata in vigore della legge 157/2009, il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (decreto legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004 ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137, art. 94) aveva recepito le previsioni dettate dalla Convenzione e dal relativo Allegato, in particolare per quanto riguardava i beni archeologici e storici rinvenuti nella zona tra le 12 e le 24 miglia marine.

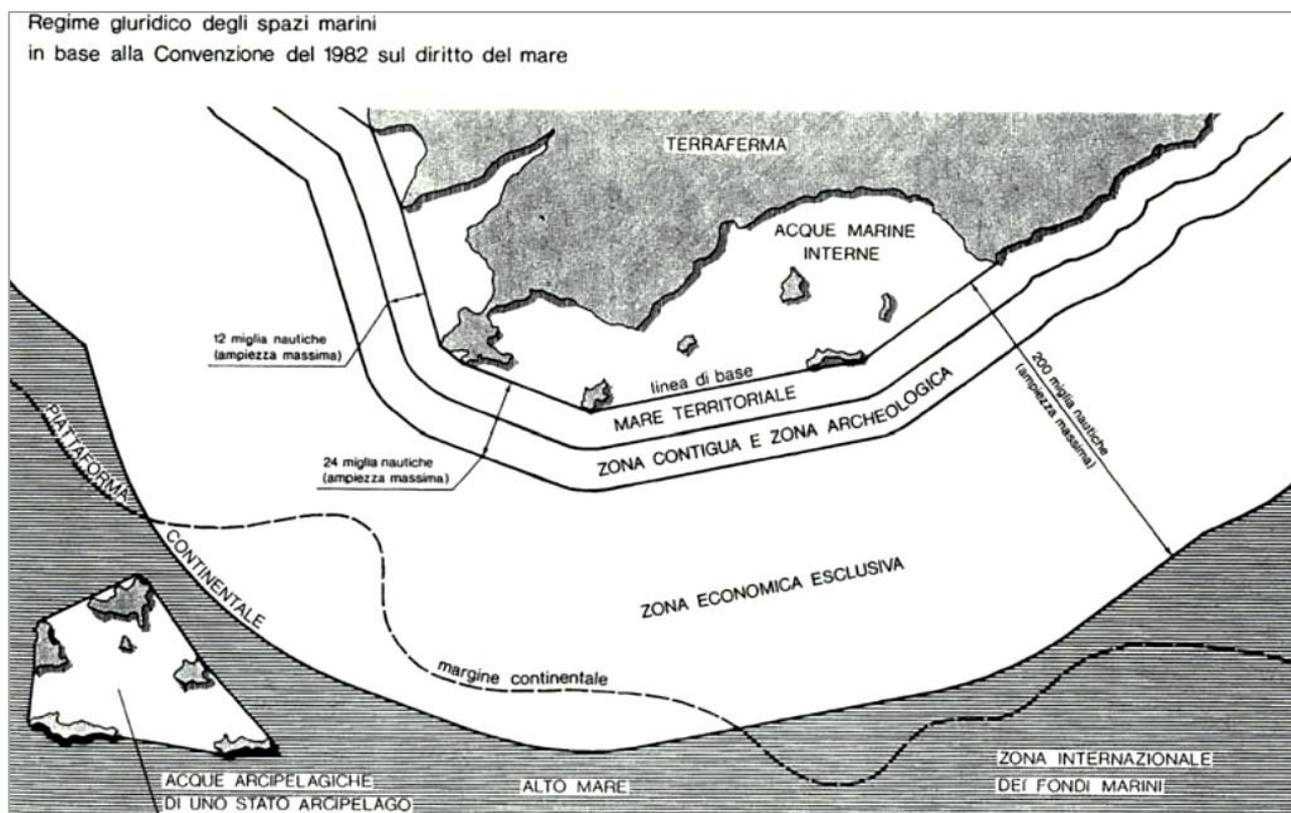


Figura 2.9 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: Caffio, 2007)

I ritrovamenti di reperti e relitti di carattere storico-archeologico nei fondali italiani sono stati catalogati all'interno di un progetto di censimento e tutela denominato "Archeomar" (www.archeomar.it). Tale

progetto, coordinato dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MiBAC) si svolge in stretta collaborazione con le Soprintendenze per i Beni Archeologici delle regioni coinvolte e con le Forze dell'Ordine preposte alla tutela del patrimonio nazionale.

Il Progetto scaturisce dalla legge n. 264 dell'8 novembre 2002 e si divide in due fasi. Una prima parte è iniziata nell'aprile 2004 (Archeomar 1; Figura 2.10) con il censimento dei beni archeologici sommersi nelle regioni Campania, Basilicata, Calabria e Puglia, che è terminato nel gennaio del 2008. Successivamente, a partire dall'autunno del 2009, è stato avviato il censimento nelle regioni Lazio e Toscana, conclusosi nel 2011 (Archeomar 2).

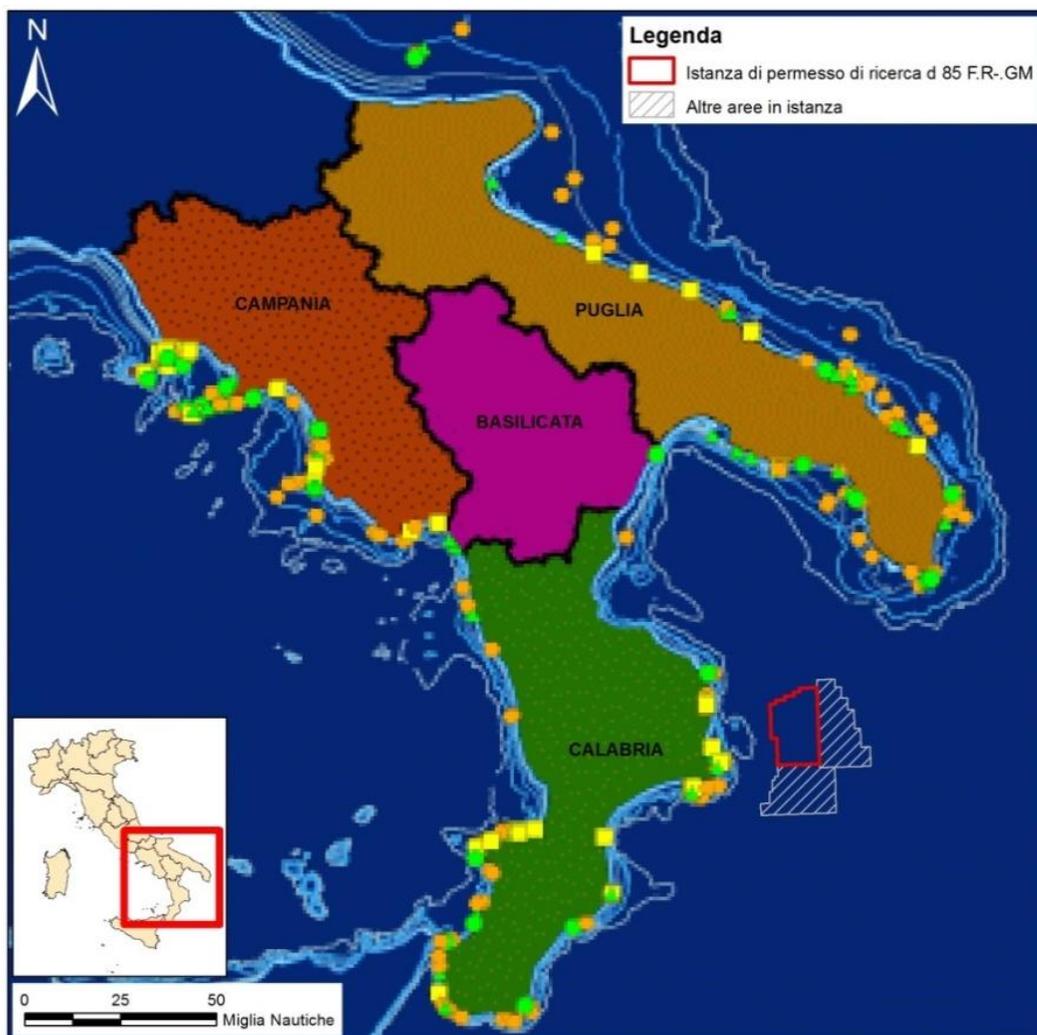


Figura 2.10 - Mappa schematica dei ritrovamenti archeologici nel database Archeomar 1, con indicazione dell'area in istanza di permesso di ricerca. I punti arancio indicano i relitti, quelli verdi i reperti isolati, quelli gialli le strutture (fonte: www.archeomar.it, modificata)

In corrispondenza dei fondali del Mar Ionio prospicienti le coste calabresi sono presenti numerosi siti catalogati all'interno del database relativo al progetto Archeomar 1.

Nelle vicinanze del litorale di Strongoli e Torre Melissa, nel tratto di costa a nord della città di Crotona, sono presenti alcune strutture di probabile età romana, cui si aggiungono alcuni reperti in laterizio e due relitti: il relitto del torpediniere "Lince" della Seconda Guerra Mondiale, adagiato sul fondo a Punta Alice (vicino a Cirò) ed un relitto di probabile età repubblicana, quasi completamente insabbiato, in località Torre Melissa.

Molti ritrovamenti, specialmente di oggetti e di anfore, sono collocati nell'area portuale di Crotona e nei dintorni di Capo Colonna, nel cui entroterra è situato anche un importante Parco Archeologico statale ove è

possibile visitare un complesso di edifici risalenti dall'età dell'oro fino al secolo XVI ed i resti del Santuario di Hera Lacinia.

In generale, nel settore di costa posto in corrispondenza di Capo Rizzuto, i ritrovamenti di interesse storico-archeologico sono numerosissimi, come si può notare in Figura 2.11. Tra questi, si annoverano i resti di alcune cave di lapidei, diverse strutture di ancoraggio di navi, parti di edifici, colonne e blocchi di marmo lavorati, ed insiemi di reperti di varia natura (specialmente vasellame e ceramica, ma anche lapidei), di epoca da tardo antica a medievale. Questi reperti spesso formano veri e propri giacimenti, attribuiti a probabili relitti.

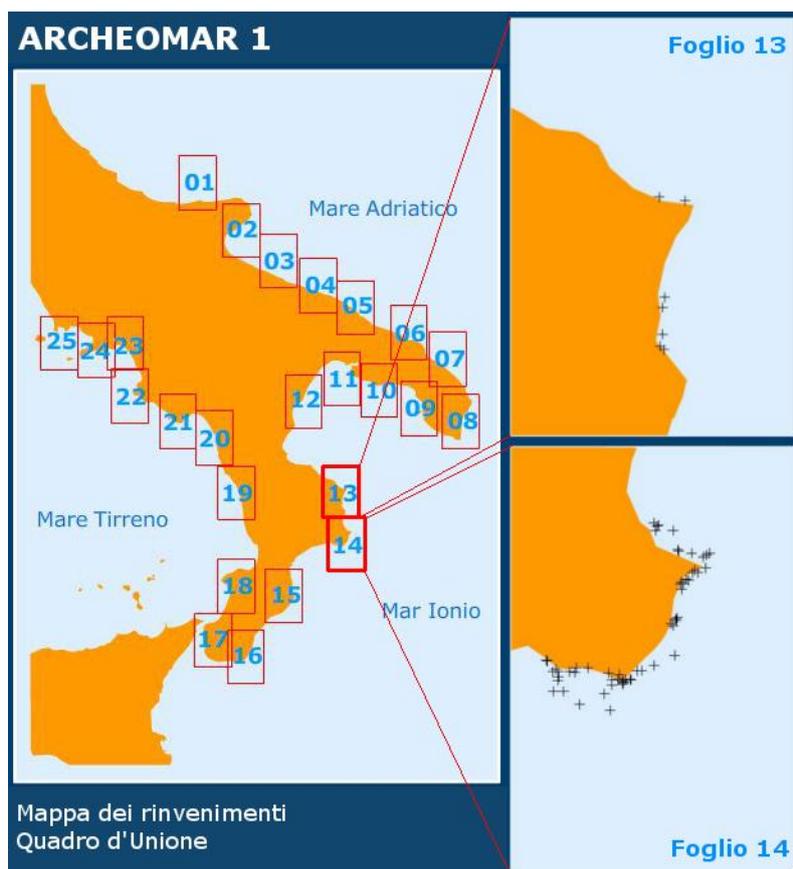


Figura 2.11 – Quadro d'unione dei ritrovamenti censiti in Archeomar 1 e zoom sui fogli 13 e 14, che coprono il tratto di costa compreso tra Cirò Marina e Capo Rizzuto. Con la crocetta nera nei fogli è indicata l'ubicazione dei reperti (fonte: Atlante Archeomar 1, modificata)

Molto abbondanti sono i relitti di imbarcazioni censiti nel *database* del progetto Archeomar 1, di cui per semplicità di trattazione si offre una breve panoramica in Tabella 2.3, focalizzata sui ritrovamenti avvenuti nel tratto di costa che va da Capo Colonna a Capo Rizzuto.

Nome e tipologia	Località	Periodo	Descrizione
Relitto ligneo	Capo Donato	Rinascimento	Imbarcazione di legno adagiata sulla chiglia
Relitto Orsi, con carico	Punta Scifo	Età medio imperiale	Carico di materiali architettonici e fasciame dello scafo
Imbarcazione moderna	Marinella	Moderna	Resti di scafo e parte della chiglia

Nave da carico	Sèleno	Contemporanea	Sacchi di malta solidificata a formare la sagoma della nave; resti di fasciame
Relitto della Seconda Guerra Mondiale	Capo Bianco	Contemporanea	-
Rimorchiatore “Tenace(?)”	Le Castella	Contemporanea	Rimorchiatore della Regia Marina affondato dalle navi inglesi nel 1943
Relitto	Le Castella, est di Capo Cimiti	Contemporanea	Relitto a oltre 100 metri di profondità, lungo 65 metri
Relitti rinascimentali	Isola di Capo Rizzuto	Età rinascimentale e tardo antica	Due relitti, con abbondanti frammenti lapidei e oggetti, e un cannone (trafugato)
Relitto	Capo Piccolo	n.d.	Relitto ligneo di età indeterminabile, insabbiato

Tabella 2.3 - Riassunto dei relitti di imbarcazioni rinvenuti nel tratto di costa della Calabria tra Capo Colonna e Capo Rizzuto, recensiti nell’ambito del database Archeomar 1 (fonte: Atlante Progetto Archeomar - CD 1, MIBAC)

Nel mare che circonda Capo Rizzuto si annoverano, inoltre, i seguenti relitti, molto conosciuti dai sub:

- La nave mista “Bengala” o “Livorno”, grande nave a vapore dei primi del Novecento che trasportava vino, ceramiche ed argenteria, affondata a causa di una violenta collisione col fondale della secca di Capo Rizzuto e che ora giace nelle vicinanze della costa a circa 30 metri di profondità.
- La nave da carico “Gunny”, affondata a causa di una violenta collisione col fondale della secca di Capo Rizzuto negli anni Sessanta con il suo carico di polifosfati, ed ora sita a meno di un miglio nautico di distanza dalla costa, ad una profondità di circa 26 metri.
- La nave carboniera “Zenobia” o “Zinovia”, sita nel golfo di Le Castella a circa 2,2 miglia nautiche dalla costa.
- Il cacciatorpediniere “Audace”, recentemente ritrovato a profondità di 100-120 metri, affondato nel 1916 per collisione con il piroscafo Brasile al largo di Capo Colonna.

Come si può notare dalla Figura 2.11, i siti archeologici, i reperti di carattere storico o i relitti noti di imbarcazioni recensiti nell’ambito del Progetto Archeomar 1 si localizzano tutti in prossimità della costa, e dunque sono lontani dall’area in istanza di permesso di ricerca, la quale si trova ad una distanza superiore alle 12 miglia nautiche. Pertanto, si esclude che possano verificarsi delle interazioni tra questi siti di valore storico-archeologico e l’attività che sarà svolta nel corso del rilievo geofisico.

L’atlante Archeomar consente di consultare un *database* molto utile per individuare tali siti di interesse; si tratta però di un elenco non completo, anche perché molto spesso focalizzato in acque poco profonde. Data la posizione strategica ai fini della navigazione della penisola italiana al centro del Mediterraneo e data la storia millenaria della civiltà in questo paese, è abbastanza ovvio assumere che esistano reperti o relitti adagiati sui fondali, magari in aree profonde, che non sono stati ancora rinvenuti o che non sono stati registrati in Archeomar.

Si sottolinea però che l’attività oggetto del presente studio ambientale è un’attività di rilievo geofisico utilizzatrice di un’attrezzatura totalmente sommersa e trainata da una nave, che rimarrà sospesa all’interno della colonna d’acqua ad una profondità di poche decine di metri dalla superficie, non interagendo in alcun momento con il fondo marino dove questi eventuali reperti si potrebbero trovare. Inoltre, l’elevata

profondità del fondale (1000-1800 metri) fa sì che vi sia una notevole distanza tra la sorgente dell'energizzazione e tali reperti, dunque si ritiene molto improbabile che vi possa essere un'interazione tale da alterare o distruggere eventuali beni di interesse storico-archeologico sommersi.

2.4.7 Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN)

Si definiscono Siti di Interesse Nazionale, e si indicano con l'acronimo SIN, quelle zone di territorio di pertinenza statale definite in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e qualità degli inquinanti presenti, all'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico e di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali (www.isprambiente.gov.it).

Secondo altre definizioni, i SIN rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate più pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari (www.retecomunisin.org).

I Siti di Interesse Nazionale in Italia sono stati individuati e perimetrati con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, d'intesa con le regioni interessate e successivamente istituiti a partire dal 1998 con la legge n. 426 del 9 dicembre 1998. Questa legge prevedeva l'adozione del Programma Nazionale di bonifica e identificava un primo elenco di interventi di bonifica di interesse nazionale.

Con D.M. 11 gennaio 2013, 18 dei 57 SIN non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale e la competenza per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica all'interno di questi siti è stata trasferita alle Regioni territorialmente interessate che subentrano nella titolarità dei relativi procedimenti (Figura 2.12).



Figura 2.12 - Mappa della distribuzione e ubicazione dei Siti di Interesse Nazionale decretati dal Min. Ambiente nel 2013; tra essi si differenziano in SIN di competenza del Ministero dell'Ambiente (in blu) e SIN passati di competenza regionale (in rosso; fonte: www.minambiente.it).



I SIN, tuttavia, differiscono dagli altri siti contaminati anche perché la loro procedura di bonifica è attribuita al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che può avvalersi anche della collaborazione dell'ISPRA, delle ARPAT e dell'ISS e di altri soggetti competenti.

Vista la peculiarità distintiva per ciascun SIN, può capitare talvolta, che in alcuni siti con aree molto vaste, alla perimetrazione sia seguita una sub-perimetrazione, condotta a scala di dettaglio, con lo scopo di evidenziare le aree sulle quali avviare le procedure di caratterizzazione.

La caratterizzazione rappresenta quella serie di indagini (sondaggi, piezometri, analisi chimiche, etc.) condotte in un sito contaminato o ritenuto potenzialmente tale, il cui scopo principale è quello di definire l'assetto geologico e idrogeologico, verificare la presenza o meno di contaminazione nei suoli e nelle acque e sviluppare un modello concettuale del sito.

Al fine di recensire ogni SIN e descriverne le caratteristiche, vengono redatti una serie di documenti tali da fornire dettagliate informazioni su ogni sito, come una vera e propria anagrafe.

L'anagrafe è uno strumento predisposto dalle regioni e dalle province autonome, previsto dalle norme sui siti contaminati (articolo 17 del D.M. 471/99 e articolo 251 del D.Lgs 152/06), che contiene:

- l'elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica e ripristino ambientale nonché degli interventi realizzati nei siti medesimi;
- l'individuazione dei soggetti cui compete la bonifica;
- gli enti pubblici di cui la regione intende avvalersi, in caso d'inadempienza dei soggetti obbligati, ai fini dell'esecuzione d'ufficio.

I contenuti e la struttura dei dati essenziali dell'Anagrafe dei siti da bonificare, sono stati definiti dall'ISPRA in collaborazione con le Regioni e le ARPA. La prima versione di questi criteri è stata pubblicata nel corso del 2001.

Ad oggi, sono stati individuati e perimetrati un totale di 57 SIN su tutto il territorio nazionale, ognuno dei quali con caratteristiche e peculiarità che lo differiscono da altri. La tabella che segue fornisce un quadro dettagliato dei siti di bonifica di interesse nazionale suddivisi per regione; per ognuno di essi vengono forniti i riferimenti legislativi di istituzione nonché quelli di perimetrazione e, non ultimo, l'estensione del relativo specchio d'acqua interessato espresso in ettari.

Regioni	NOME DEL SITO DI BONIFICA DI INTERESSE NAZIONALE	Riferimento legislativo	Decreti di perimetrazione	Estensione dello specchio acqueo perimetrato [ha]
Abruzzo	Fiumi Saline e Aliento	D.M. 468/01	D.M. 3 marzo 2003	778
Calabria	Crotone-Cassano-Cerchiara	D.M. 468/01	D.M. 26 novembre 2002	1.469
Campania	Lit. Domizio Flegreo ed Agro Aversano	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	22.504
	Napoli Orientale	L. 426/98	D.M. 29 dicembre 1999	1.447
	Napoli Bagnoli-Coroglio	L. 388/2000	D.M. 31 agosto 2001	1.493
	Aree del Litorale Vesuviano	L. 179/2002	D.M. 27 dicembre 2004	8.700
Friuli Venezia Giulia	Laguna di Grado e Marano	D.M. 468/01	D.M. 24 febbraio 2003	6.874
	Trieste	D.M. 468/01	D.M. 24 febbraio 2003	1.196
Liguria	Cogoleto - Stoppani	D.M. 468/01	D.M. 8 luglio 2002	166
	Pitelli (La Spezia)	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000 D.M. 27 febbraio 2001	1.564
Marche	Basso bacino del fiume Chienti	D.M. 468/01	D.M. 26 febbraio 2003	1.191
	Falconara Marittima	L. 179/2002	D.M. 26 febbraio 2003	1.167
Puglia	Taranto	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	7.069
	Brindisi	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	5.662
	Manfredonia	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	860
Sardegna	Sulcis - Iglesiente - Guspinese	D.M. 468/01	D.M. 12 marzo 2003	34.100
	La Maddalena	OPCM 3718/08	-	-
	Aree industriali di Porto Torres	L. 179/2002	D.M. 7 febbraio 2003	2.741
Sicilia	Gela	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	4.562
	Priolo	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	10.084
	Area industriale del Comune di Milazzo	Legge finanziaria n. 286 del 23 dicembre 2005	D.M. 11 agosto 2006	2.189
Toscana	Massa e Carrara	L. 426/98	D.M. 21 dicembre 1999	1.894
	Piombino	L. 426/98	D.M. 10 gennaio 2000	2.014
	Livorno	D.M. 468/01	D.M. 24 febbraio 2003	1.418
	Orbetello Area ex Sitoco	L. 179/2002	D.M. 26 novembre 2007	271
Veneto	Venezia (Porto Marghera)	L. 426/98	D.M. 23 febbraio 2000	2.311

Tabella 2.4 - Elenco dei SIN suddivisi per regione e relativi riferimento legislativo, decreto di perimetrazione ed estensione dello specchio acqueo perimetrato in ettari (fonte: www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/PROCEDURE_BONIFICHE_2013.pdf)

Nel caso dell'area di studio, tra i 57 SIN individuati su tutto il territorio nazionale, l'unico a ricadere nella regione Calabria risulta essere il SIN Crotone-Cassano-Cerchiara. Istituito con D.M. 468/2001, il presente SIN è stato perimetrato con D.M. 26 novembre 2002 e risulta insistere su un'area di 1469 ettari in mare e di 868 ettari a terra.

Si precisa che il tipo di attività che sarà condotta nell'ambito dell'istanza di permesso di ricerca non interesserà in nessun modo tale SIN.

2.4.8 Aree vincolate in base a specifiche ordinanze emesse dalla Capitaneria di Porto

Il tratto di costa calabrese prospiciente l'area in istanza di permesso di ricerca si trova sotto l'interesse operativo della Capitaneria di Porto di Crotone, mentre il lato settentrionale dell'area in istanza si localizza nelle vicinanze dell'area di competenza della Capitaneria di Porto di Corigliano Calabro, come indicato dalla Figura 2.13; le acque al di fuori del limite territoriale sono infine sotto la giurisdizione della Direzione Marittima di Reggio Calabria.

Le ordinanze emesse dalle Capitanerie di Porto sopra menzionate sono consultabili nel sito internet della Guardia Costiera (www.guardiacostiera.it/organizzazione/showall.cfm?NAV=2&Regione=Calabria).

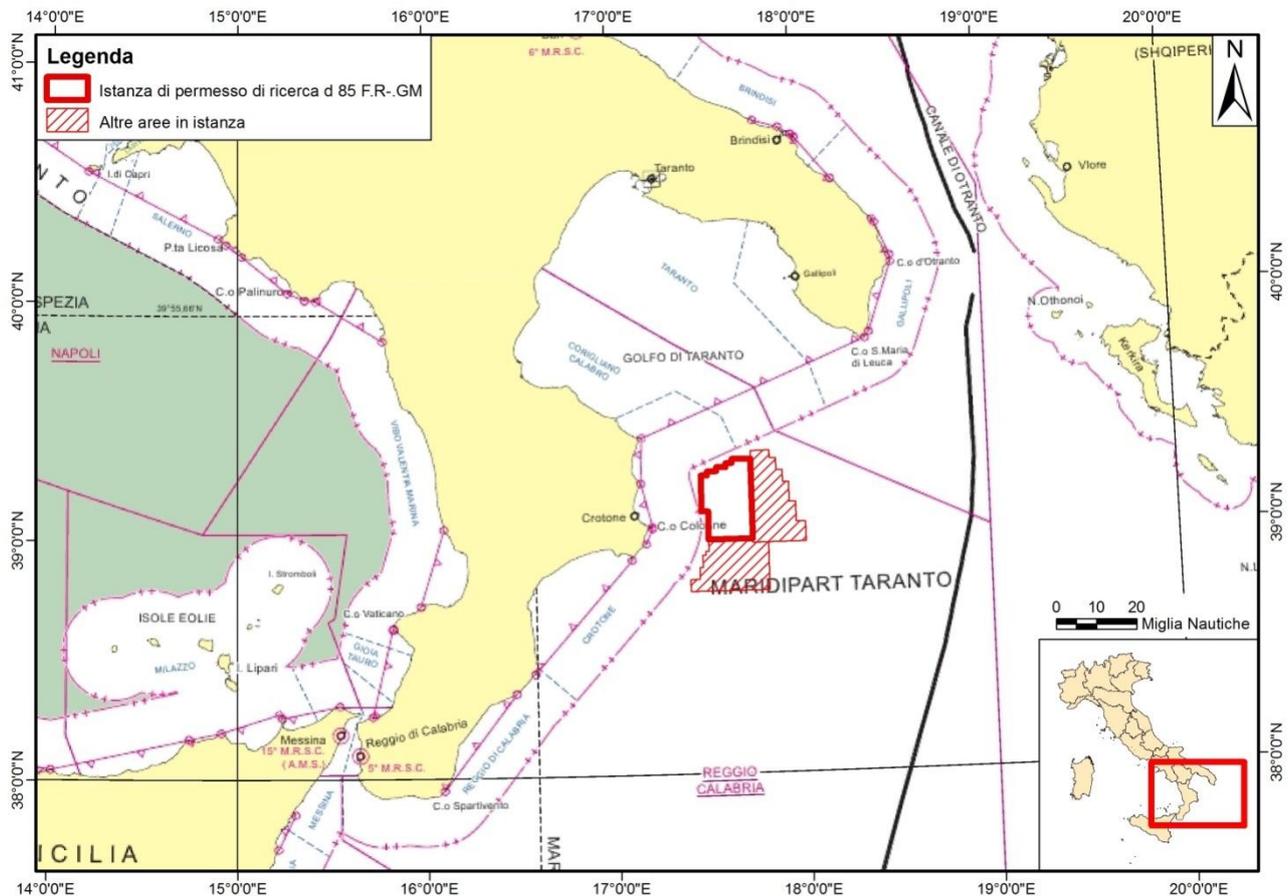


Figura 2.13 - Limiti ed aree di interesse operativo nel Golfo di Taranto e nel mar Ionio settentrionale, con indicazione dell'area in istanza (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf - modificata)

Tra le varie ordinanze della Capitaneria di Porto di Crotona ve ne è una, la n. 18 del 2010, che riassume i divieti nelle acque del circondario marittimo di competenza dovuti a cavi sottomarini, gasdotti, teste di pozzo, barriere soffolte, impianti di acquacoltura e altri ostacoli in mare (Figura 2.14). Questi ostacoli sono prevalentemente legati alla presenza delle piattaforme fisse Luna A e Luna B ed all'impianto di estrazione di Hera Lacinia, nonché al collegamento delle stesse con i pozzi limitrofi e con le centrali gas nell'entroterra di Crotona.

L'ancoraggio e l'esercizio di ogni attività sul fondale sono vietati nella fascia di 100 metri a destra e sinistra dei cavi sottomarini e gasdotti. Sono vietate navigazione, sosta, ancoraggio ed ogni altra attività di superficie e subacquea ad una distanza inferiore a 100 metri dall'impianto di acquacoltura sito al largo della foce del Fiume Neto come indicato in Figura 2.14.

La navigazione, la sosta, l'ancoraggio, la pesca e le attività affini, nonché ogni attività sul fondo marino sono vietate nel raggio di 200 metri (500 metri se si tratta di imbarcazioni da diporto) dall'area in cui insistono le Piattaforme fisse Luna A, Luna B e gli impianti Hera Lacinia. Infine, per tutti gli ostacoli alla navigazione indicati nell'ordinanza (scafo affondato, boa della Rete Ondametrica Nazionale, correntometro ecc.) è fissata una fascia di rispetto di 100 metri.

Come si evince dalla Figura 2.14, si tratta di ostacoli posti al di fuori dall'area in istanza di permesso di ricerca, cui si è fatto breve accenno solo per completezza nella trattazione, ma che, localizzandosi ad una distanza superiore alle 12 miglia nautiche, non costituiranno vincolo alcuno per l'area in esame.

In generale, la maggior parte delle ordinanze e dei divieti alla navigazione si concentra perlopiù lungo la costa e all'interno dei porti, e non saranno influenzate dall'attività di rilievo geofisico che sarà svolta nell'area in istanza, trovandosi quest'ultima ad una distanza superiore alle 12 miglia nautiche dal litorale più vicino.

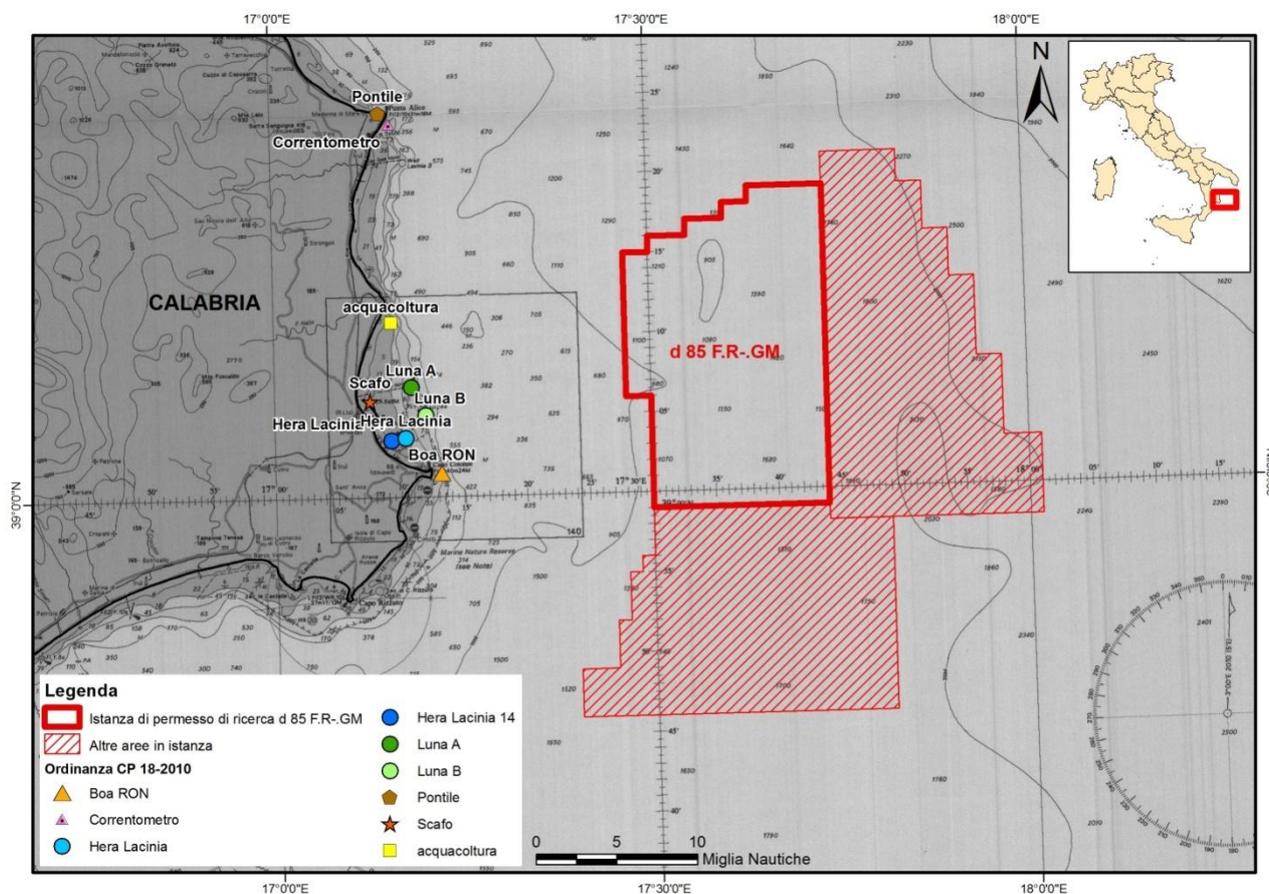


Figura 2.14 – Carta Nautica con indicazione delle aree di rispetto trattate nell’Ordinanza n. 18 del 2010 della Capitaneria di Porto di Crotona, relativamente all’area in istanza (fonte: Admiralty Chart Golfo di Taranto - modificata)

2.4.9 Aree soggette a vincoli paesaggistici

Le aree soggette a vincoli paesaggistici sono porzioni del territorio italiano che, poiché tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio”, vengono dichiarate di notevole interesse pubblico o paesaggistico. Più precisamente, tali aree, sono rispettivamente elencate negli artt. 136 e 157 del suddetto Codice, e risultano sotto tutela già ai sensi delle leggi n. 77/1922 e n. 1497/1939.

L’area di studio, come precedentemente indicato, risulta prospiciente alle coste orientali della Calabria, ed i vertici più occidentali della stessa si localizzano ad una distanza minima di oltre 14 Miglia Marine dai suddetti litorali.

Le aree soggette a vincoli paesaggistici, per quanto concerne in generale la Calabria, consistono in zone perlopiù costiere, presenti in maggior numero nel settore occidentale della regione. Infatti, nel dettaglio dell’area di pertinenza del presente studio, solo pochi siti risultano ubicati lungo le coste orientali e non risultano minimamente interessati dalle attività previste nel presente studio. Per completezza vengono forniti alcuni dati tecnici dei siti individuati, che, si sottolinea, distano ben oltre 14 miglia nautiche dall’area per la quale è stata inoltrata l’istanza di permesso di ricerca e che dunque non saranno minimamente influenzate dall’attività ivi svolta. Tali siti, da nord a sud, sono di seguito elencati:

CODICE	OGGETTO	PUBBLICAZIONE	DECRETO	STATO VINCOLO	USO DELL'AREA
180019	Area panoramica costiera ricca di vegetazione e sita nel Comune di Cassano Ionico	GU n. 52 del 26-02-1976	L. 1497/39 del 23-01-1976	Vincolo operante	Modificabilità previa autorizzazione
180003	Area costiera che si estende da Crotone fino a Capo Colonna dove sorgono i resti del Santuario di Hera Lacina (V.CODVIN 180002)	GU n. 41 del 15-02-1969	L. 1497/39 del 27-07-1968	Vincolo che comprende, inglobandoli, vincoli precedenti	Modificabilità previa autorizzazione
180002	Area panoramica litoranea sita nel Comune di Crotone	GU n. 8 del 12-01-1966	L. 1497/39 A1 P3-4 del 05-05-1965	Vincolo ricadente in uno successivo più ampio	Modificabilità previa autorizzazione
180010	Area panoramica comprendente la zona di Copanello sita nel Comune di Staletti	GU n. 164 del 06-07-1966	L. 1497/39 del 07-03-1966	Vincolo operante	Modificabilità previa autorizzazione

Tabella 2.5 - Aree sottoposte a vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004, elencate in ordine da nord a sud, nel tratto compreso tra i Comuni di Cassano Ionico e Staletti (fonte: database SITAP, sitap.beniculturali.it/)

Inoltre, secondo le L. 431/85 ed il D.lgs 42/2004 art. 142, recepite dalla L. 431/1985 cd. "Legge Galasso", su tutto il territorio nazionale è presente un'area di rispetto alla linea di costa di 300 metri, in cui i territori costieri compresi in una fascia di 300 metri dalla linea di battigia, anche se terreni elevati sul mare, sono sottoposti a vincolo paesaggistico.

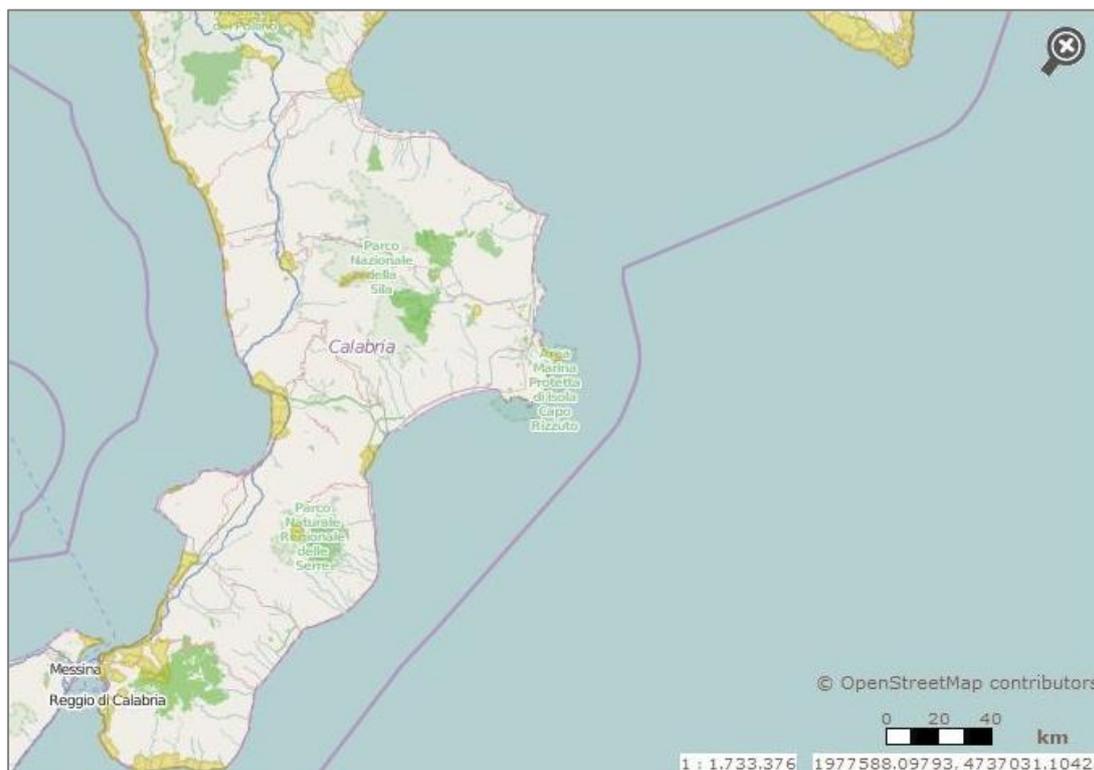


Figura 2.15 – Mappa dei siti vincolati ai sensi de D.Lgs. 42/2004 relativi alla Regione Calabria, in giallo (fonte: database SITAP, modificato - sitap.beniculturali.it/)

Per maggiore completezza si riporta in Figura 2.16, la mappa del sito soggetto a vincolo più prossimo all'area in esame (*"Area costiera che si estende da Crotona fino a Capo Colonna dove sorgono i resti del Santuario di Hera Lacina"* [V.CODVIN 180002]): esso si estende dalle coste meridionali del Comune di Crotona fino a Capo Colonna, passando per Villaggio Casarossa. Si ricorda, altresì, che all'interno del suddetto sito ne è ubicato un altro molto meno esteso, conosciuto col nome di *"Area panoramica litoranea sita nel Comune di Crotona"*.

Si sottolinea che i siti vincolati sopra descritti non saranno minimamente riguardati dalle attività di rilievo geofisico, le quali si svolgeranno ad oltre 14 miglia nautiche di distanza; pertanto, i vincoli sopra menzionati non saranno applicabili all'attività in oggetto.

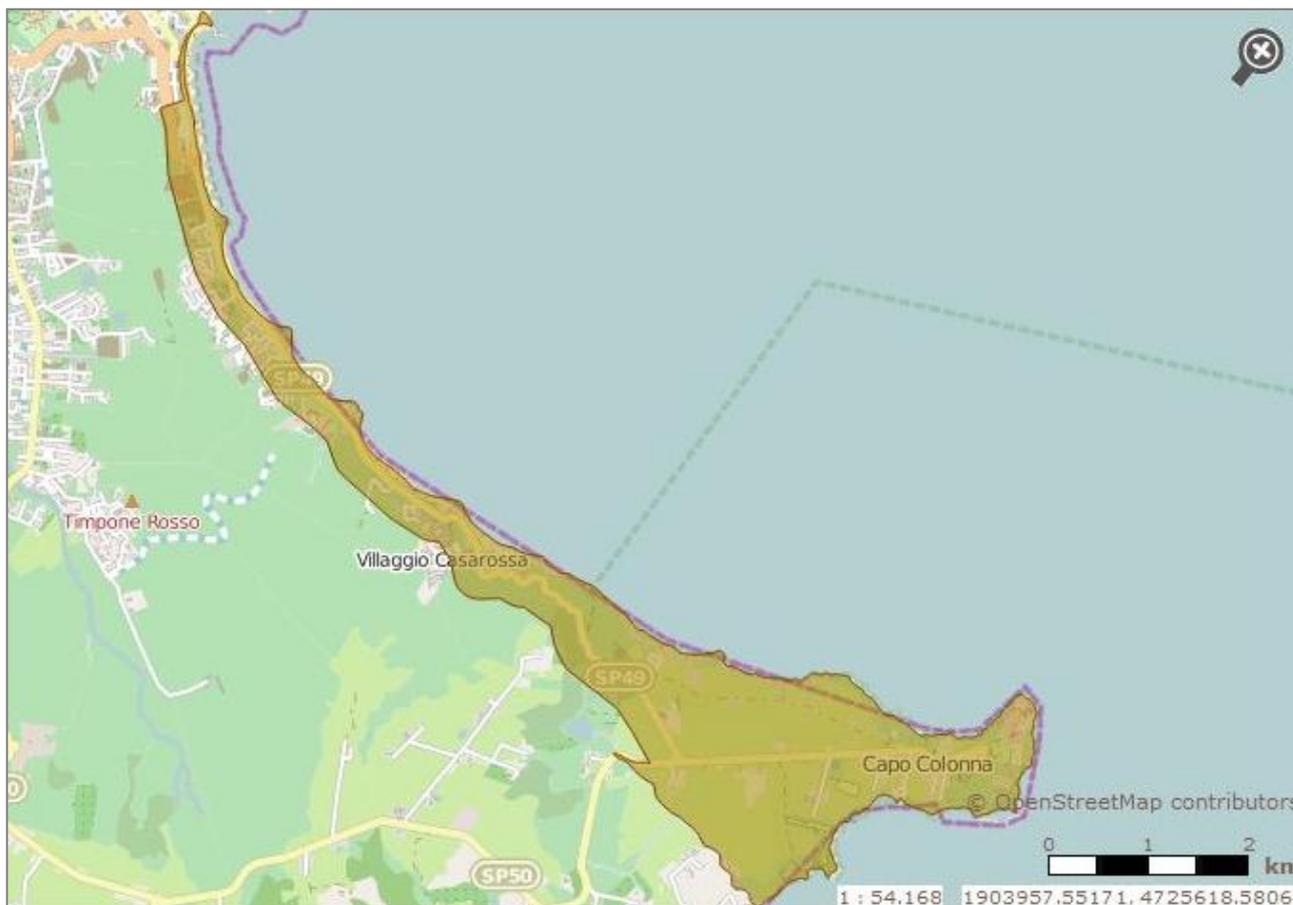


Figura 2.16 – Mappa della geometria del sito soggetto a vincoli paesaggistici "Area costiera che si estende da Crotona fino a Capo Colonna dove sorgono i resti del Santuario di Hera Lacina (V.CODVIN 180003)"; al suo interno è presente un altro sito "Area panoramica litoranea sita nel Comune di Crotona (V.CODVIN 180002)" (fonte: database SITAP, sitap.beniculturali.it/)

2.4.10 Aree marine militari

Vista l'abbondanza di territorio bagnato dal mare, con più di 7000 chilometri di coste, l'Italia offre lo scenario ideale ad ospitare apposite aree marine ove eseguire attività legate alle esercitazioni da parte dei competenti Corpi militari dello Stato. Si tratta di attività saltuarie di tipo navale di unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia. Rivestendo tale importanza strategica, queste zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni e restrizioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti, che in funzione del tipo di esercitazione possono consistere in semplice interdizione alla navigazione, avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali, o avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali.



Tutti i natanti che si trovassero a transitare in prossimità delle suddette zone dovranno, di fatto, attenersi alle disposizioni contenute nell'Avviso ai Naviganti che dà notizia di un'esercitazione in corso o in programma ed, in ogni caso, in mancanza di un Avviso particolare, dovranno navigare con cautela durante il transito nelle acque regolamentate, intensificando il normale servizio di avvistamento, ottico e radar (fonte: A.N. n° 5 della Premessa agli Avvisi ai naviganti 2014, Istituto Idrografico della Marina).

Ciascuna delle suddette zone è indicata con una lettera alfabetica, che indica il tipo di attività che causa l'interdizione o la pericolosità della zona stessa, seguita da un codice numerico a più cifre: la prima cifra è associata al tipo di zona, la seconda individua il Dipartimento M. o C.M.M.A. di giurisdizione (0 per la Spezia, 1 per Marisardegna, 2 per Marisicilia, 3 per Taranto, 4 per ex Ancona), mentre le cifre successive si riferiscono alla zona specifica. In particolare, le zone presenti sul territorio italiano possono essere riassunte in 4 principali tipologie:

- **T8:** zone impiegate per esercitazioni di tiro (mare-terra);
- **E3:** zone impiegate per esercitazioni di tiro (terra-mare);
- **M5:** zone in cui sono presenti ostacoli subacquei (esercitazioni di dragaggio);
- **S7:** zone in cui vengono svolte esercitazioni con sommergibili.

Sono, inoltre, indicati con un asterisco (*) i poligoni con fronte a mare sede di esercitazioni di tiro con armi portatili. Oltre alle zone oggetto di emissione di Avvisi ai Naviganti, identificate come sopra specificato, esistono altre zone soggette a restrizione dello spazio aereo e riportate nell'Avviso per opportuna conoscenza (le relative informazioni sono state ricavate da: A.I.P. - Italia - Pubblicazione Informazioni Aeronautiche, edita dall'Ente Nazionale di Assistenza al Volo, ENR 5). Tali zone sono identificate con una lettera, indicante il tipo di restrizione in atto, seguita da un numero che serve per individuare la zona specifica. Le lettere impiegate sono:

- **P: "Zona vietata"** - Spazio aereo di dimensioni definite, al di sopra del territorio o delle acque territoriali di uno Stato, entro il quale il volo degli aeromobili è vietato.
- **R: "Zona regolamentata"** - Spazio aereo di dimensioni definite, al di sopra del territorio o delle acque territoriali di uno Stato, entro il quale il volo degli aeromobili è subordinato a determinate specifiche condizioni.
- **D: "Zona pericolosa"** - Spazio aereo di dimensioni definite, all'interno del quale possono svolgersi attività pericolose per il volo degli aeromobili durante periodi di tempo specificati.

L'esatta ubicazione delle zone interdette o pericolose per la navigazione, in Italia, è riportata anche sulla carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall'Istituto Idrografico della Marina (Figura 2.17).

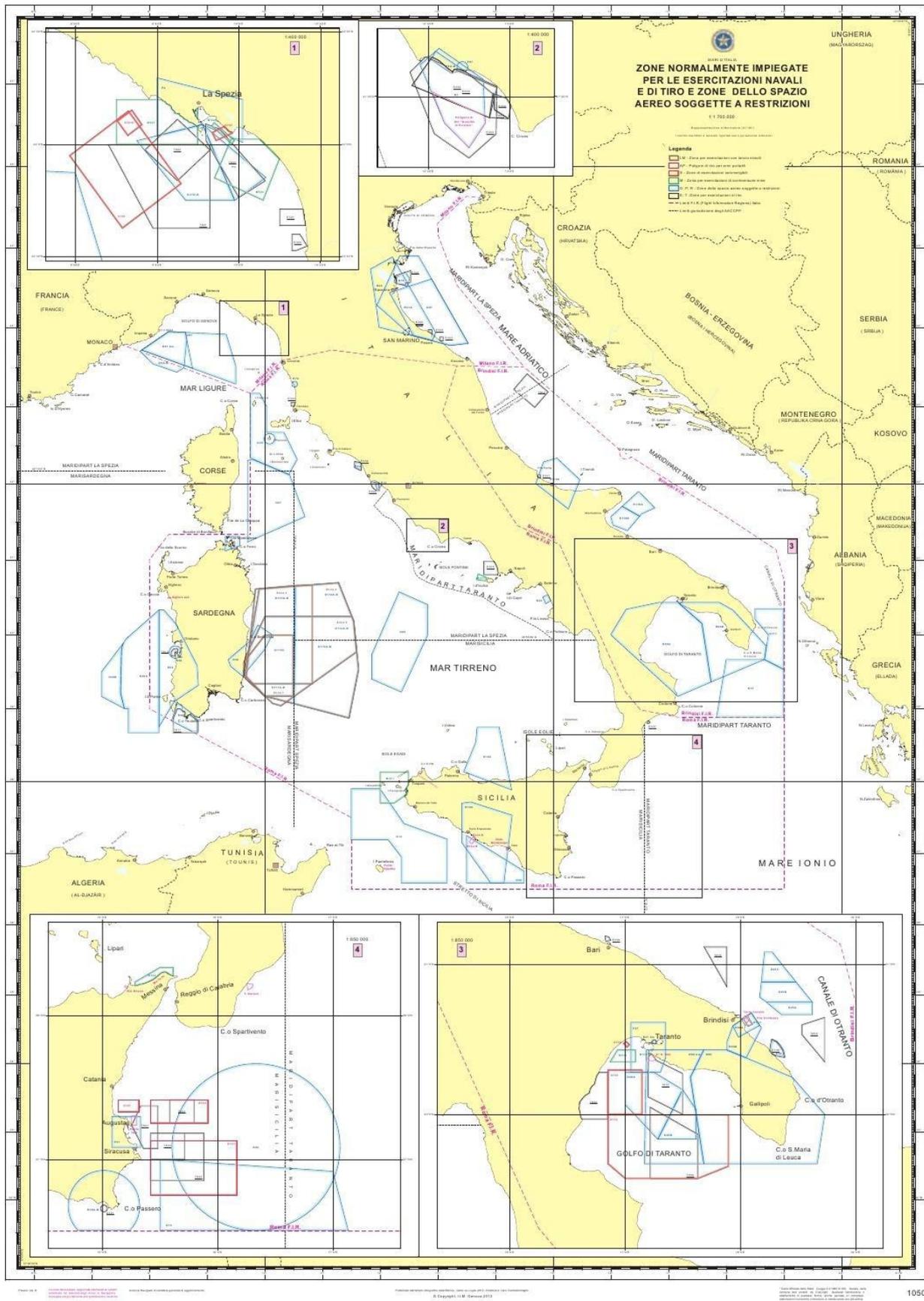


Figura 2.17 - Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall'Istituto Idrografico della Marina e scaricata dalla Premessa agli Avvisi ai Naviganti 2014 (fonte: www.marina.difesa.it)

Da un estratto della suddetta carta è possibile eseguire un ingrandimento delle aree limitrofe alle attività in oggetto del presente studio, vista la relativa prossimità con l'area del Golfo di Taranto, sede di numerose aree marine militari (Figura 2.18).

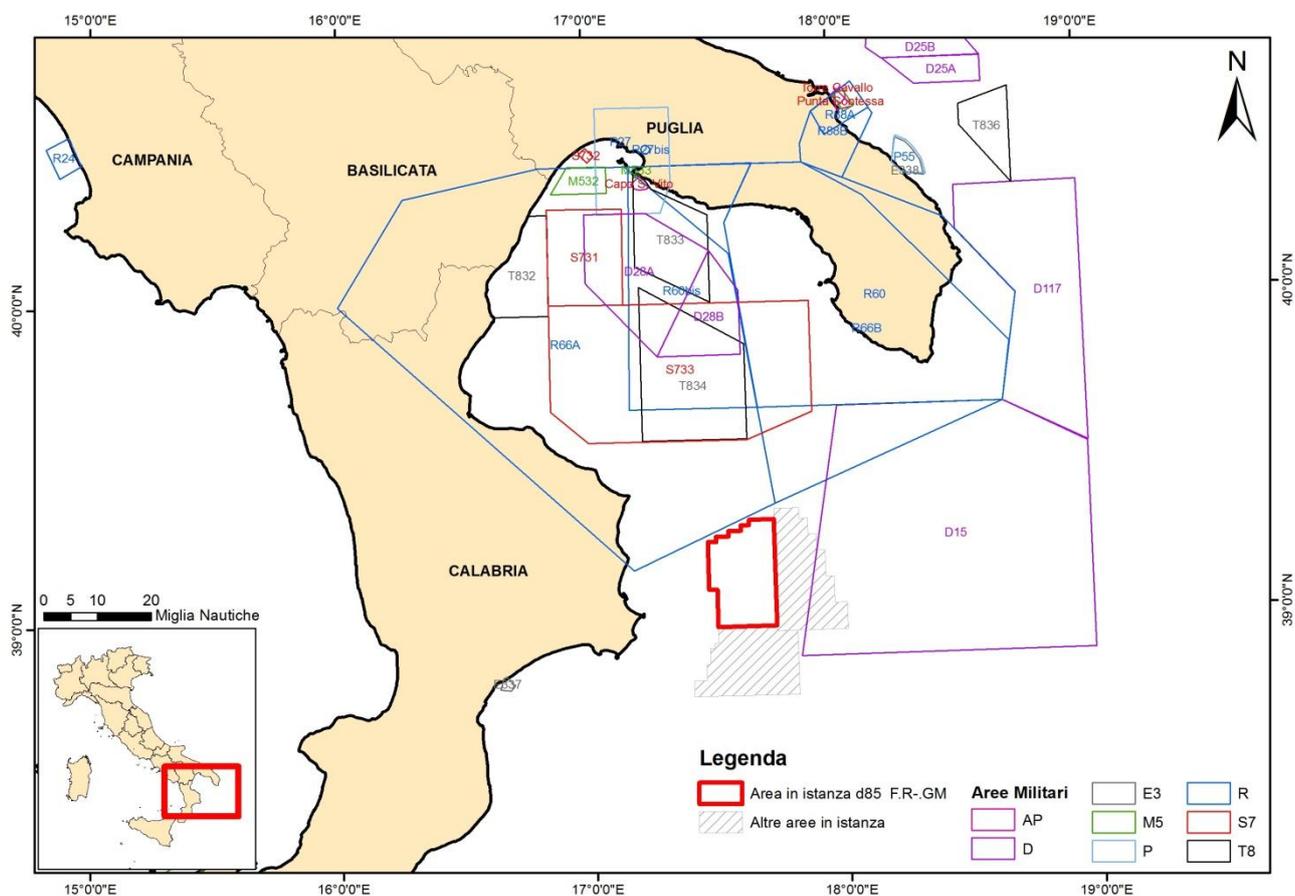


Figura 2.18 – Estratto della Carta n. 1050 relativa al Golfo di Taranto, con indicazioni delle aree militari e del blocco oggetto del presente studio, in rosso (fonte: www.marina.difesa.it)

L'area in istanza di permesso di ricerca si trova in una porzione di mare prospiciente alla provincia di Crotone per nulla interessata dalla presenza di zone marine militari classificate pericolose o interdette.

Ad una distanza minima di oltre 15 miglia nautiche, a nord del blocco in istanza, nel Golfo di Taranto, sono presenti due aree soggette a restrizioni denominate S733 e T834. Si tratta rispettivamente di zone in cui vengono svolte esercitazioni con sommergibili (S7) e zone impiegate per esercitazioni di tiro (mare-terra) (T8). Entro tali aree sono permanentemente interdetti: la navigazione e la sosta con navi e/o natanti di qualsiasi genere e tipo, la pesca ed i mestieri relativi, il turismo nautico, la balneazione, nonché tutte le attività connesse con il pubblico uso del mare, tutti i giorni lavorativi, ad esclusione del sabato, dal 07 Gennaio al 30 Giugno e dal 01 Settembre al 21 Dicembre, dalle 07:30 OL alle 17:30 OL con la possibilità di estensione temporanea della finestra oraria da avanzare con preavviso di dieci giorni.

Si segnala, inoltre, la vicinanza all'area in istanza di permesso di ricerca delle zone in cui vigono restrizioni nello spazio aereo denominate D15, R66A e R66B, che per loro natura e posizione non interferiranno in alcun modo con le attività di acquisizione geofisica oggetto del presente studio.



2.5 Zonazione sismica

La sismicità della Penisola italiana è legata alla sua particolare posizione geografica, nonché al singolare assetto geostrutturale che la vede situata nella zona di convergenza tra la zolla africana e quella eurasiatica e la vede sottoposta a forti spinte tettoniche la cui energia viene liberata sismicamente.

La sismicità è rappresentata dalla frequenza e dalla forza con cui si manifestano i terremoti, rappresentando una caratteristica fisica del territorio, al pari del clima, dei rilievi montuosi e dei corsi d'acqua. Conoscendo la frequenza e l'energia (magnitudo) associate ai terremoti che caratterizzano un territorio ed attribuendo un valore di probabilità al verificarsi di un evento sismico di una certa magnitudo, in un certo intervallo di tempo, possiamo definire la sua pericolosità sismica. Un territorio avrà una pericolosità sismica tanto più elevata quanto più probabile sarà, a parità di intervallo di tempo considerato, il verificarsi di un terremoto di una certa magnitudo.

Le più recenti norme che dettano le linee da seguire in ambito sismico sul territorio italiano sono fornite dal D.M.II.TT. 14 gennaio 2008. In esso si illustrano le disposizioni da osservare per la realizzazione di costruzioni in zona sismica ed è per questo conosciuto come NTC 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto riguarda la classificazione del rischio sismico sul territorio nazionale italiano sono state aggiornate, nel tempo, diverse mappe basate su criteri e parametri fisici differenti. Sulla base di tali norme, è stata di recente prodotta la mappa di classificazione sismica aggiornata al 2014 (Figura 2.19). Secondo tale mappa la penisola italiana viene suddivisa in quattro principali zone sismiche in relazione al differente livello di pericolosità:

- **Zona 1** - È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti ($g > 0.25$);
- **Zona 2** - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ($0.15 < g \leq 0.25$);
- **Zona 3** - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari ($0.05 < g \leq 0.15$);
- **Zona 4** - È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari ($g \leq 0.05$).

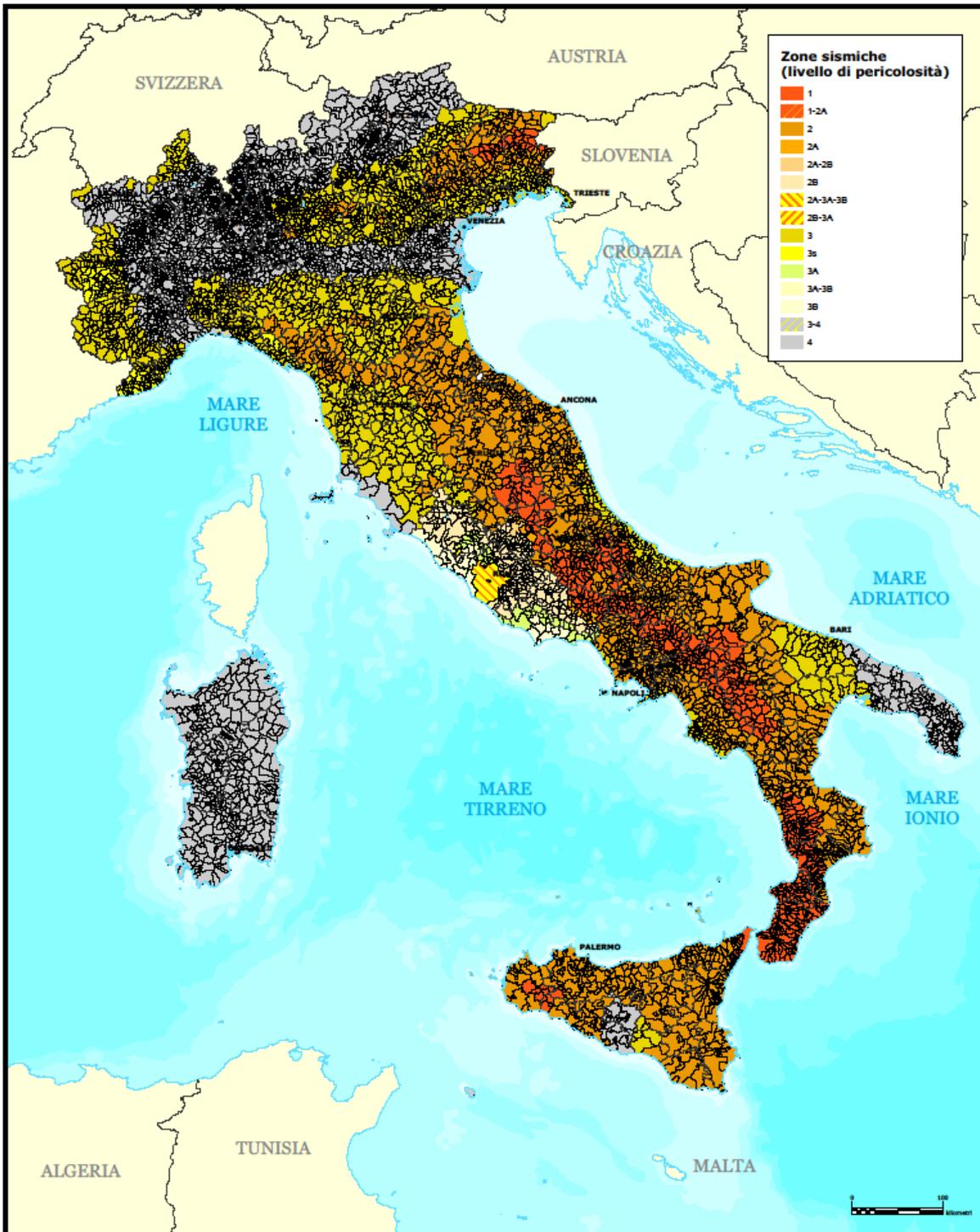
In aggiunta, sono state eseguite delle sottodivisioni onde differenziare le aree caratterizzate da valori tali da non rientrare nelle 4 classi precedenti. Sono presenti, infatti, alcune sottozone la cui identificazione scaturisce dalla necessità di interventi ed indagini *ad hoc* in caso di studio.



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
 Ufficio rischio sismico e vulcanico

Classificazione sismica al 2014

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
 Atti di recepimento al 1° giugno 2014. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447.
 Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 6/5/10, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 19/11/10, n. 1362. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964.
 Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: DGR 2/8/06, n. 1171. Piemonte: DGR 12/12/11, n. 4-3084. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31.
 Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 8/10/12, n. 878. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 27/12/12, n. 2919. Umbria: DGR 18/9/12, n. 1111.
 Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.



FB 2014

Figura 2.19 – Mappa della classificazione sismica del territorio italiano aggiornata al 2014 (fonte: www.protezionecivile.gov.it)

L'area interessata dalle operazioni oggetto del presente studio ambientale, trovandosi in mare, fa capo al P.C.M. 28 aprile 2006, che definisce il grado di pericolosità sismica in tutto il territorio nazionale italiano compresa una abbondante fascia costiera a largo delle coste della penisola (Figura 2.20). La normativa classifica i livelli di pericolosità sismica in termini di accelerazione massima del suolo, riferita a suoli rigidi con $V_{S30} > 800$ m/s, con probabilità di eccedenza del 10% e considerando tempi di ritorno del fenomeno sismico di 50 anni. I suoli rigidi a cui ci si riferisce appartengono alla categoria A del D.M. 14 settembre 2005 e le V_{S30} rappresentano le velocità delle onde di taglio che si propagano durante un evento sismico.

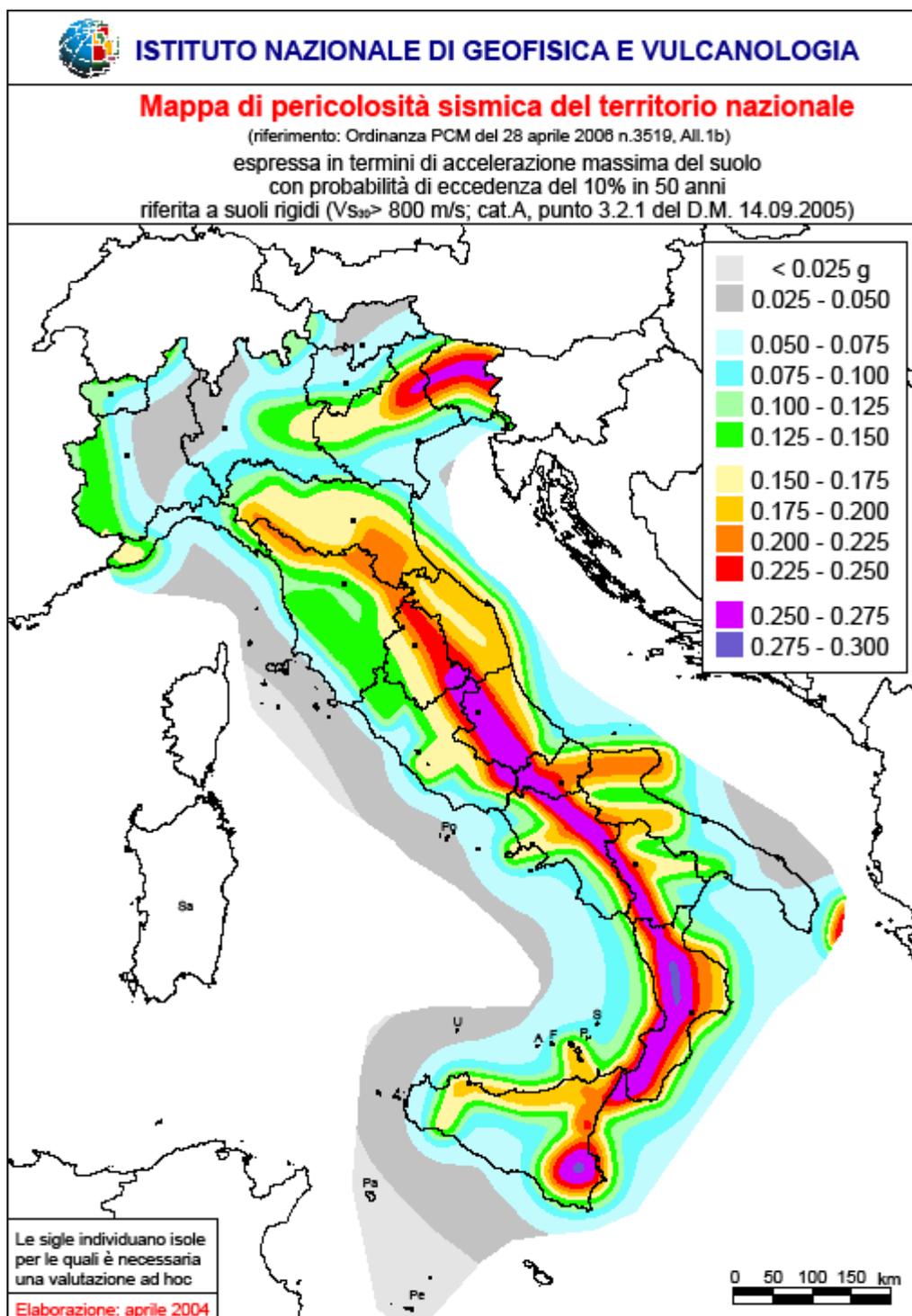


Figura 2.20 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale aggiornata al 2006; in essa sono state caratterizzate anche le aree costiere alla penisola (fonte: www.protezionecivile.gov.it)

L'area oggetto del presente studio ambientale ricade in una zona di transizione compresa tra due fasce caratterizzate da valori compresi tra 0,050 e 0,100 g (dove $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, costante di accelerazione di gravità; Figura 2.21). Si tratta di due fasce considerate a bassa pericolosità, che nel dettaglio vede ricadere solo parzialmente il settore nord-occidentale dell'area "d 85 F.R.-GM" nella fascia compresa tra valori 0,075 e 0,100 g, mentre la restante parte dell'area stessa è interessata dalla zona di pericolosità compresa tra i valori ancora più bassi 0,050-0,075 g.

L'attività di acquisizione geofisica in oggetto rientra comunemente nelle metodologie di sismica marina, in quanto utilizzatrice di onde elastiche (prodotte artificialmente) della stessa tipologia delle onde sismiche, naturalmente a energia infinitamente minore. Ciò può evocare nell'immaginario comune, proprio per l'uso del termine legato ad attività telluriche, scenari inverosimili di terremoti o scosse sismiche. In realtà, la comunità scientifica concorda nell'affermare che questo genere di attività non può essere in alcun modo la causa scatenante di attività sismiche di qualsiasi tipo.

Pertanto, per il tipo e la temporaneità dell'attività proposta, eseguita dalla nave dotata dell'equipaggiamento necessario allo svolgimento delle operazioni e dalle navi di appoggio, è possibile escludere qualsiasi rischio sismico indotto dalle operazioni, traducibile con un movimento tellurico registrabile o che possa influire negativamente su cose o persone.

Si sottolinea, inoltre, che il rischio sismico preso in considerazione nella redazione del presente paragrafo costituisce un fattore di fondamentale importanza per quanto concerne la realizzazione di opere, soprattutto di natura permanente. Si sottolinea, però, che l'attività di prospezione geofisica per la quale si presenta questo studio ambientale è un'attività assolutamente temporanea e reversibile e non comporta la realizzazione di opera alcuna, né provvisoria né tantomeno permanente nel tratto di mare considerato.

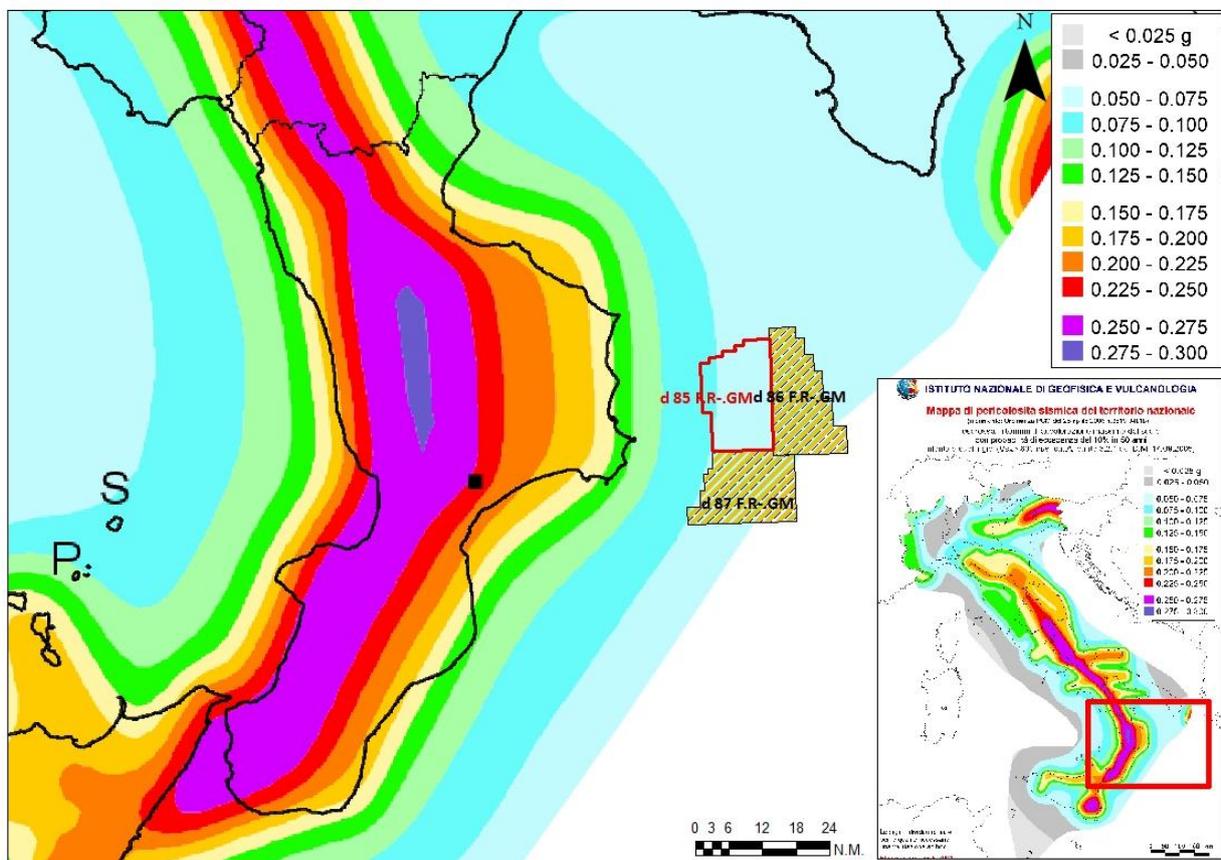


Figura 2.21 – Estratto della mappa di pericolosità sismica nazionale, relativa alla regione Calabria con ubicazione dell'area di studio prospiciente alle coste orientali della regione (fonte: www.protezionecivile.gov.it, modificata)

La “Mappa della pericolosità sismica” del territorio nazionale nasce dall’analisi storica dei terremoti del passato, sulle informazioni geologiche disponibili e sulle conoscenze sui criteri di propagazione delle onde (e quindi l’energia) dall’ipocentro all’area in esame. Confrontando e incrociando tutte queste informazioni è possibile ottenere i valori di scuotimento del terreno in un dato luogo a causa di un probabile terremoto, espressi in termini di “accelerazione massima orizzontale del suolo”. La validità della “g”, tuttavia, risulta solamente indicativa in quanto tale mappa è fondata su un criterio di zonazione probabilistica, molto discussa e criticata da numerosi autori. Questi autori, tra cui Panza e Peresan (2010), suggeriscono l’integrazione tra le mappe realizzate con criteri probabilistici (basati su calcoli obsoleti e non attendibili e su dati storici spesso frammentari) ed i criteri neodeterministici. Questi ultimi si fondano sull’analisi dello stile geotettonico e sismico delle varie regioni e sul calcolo di sismogrammi sintetici realistici, mediante la tecnica della sommatoria dei modi, consentendo dunque una sorta di modellizzazione del territorio che fa riferimento a più scenari. In sintesi, i modelli strutturali, le informazioni sismiche storiche, l’analisi delle zone sismogenetiche e dei meccanismi focali concorrono tutti su scala regionale alla stima delle possibili fonti di sismicità sul territorio ed alla definizione della pericolosità in termini di valore massimo dello scuotimento del suolo (accelerazione, velocità o spostamento), stimato considerando un ampio insieme di terremoti di scenario. Grazie all’utilizzo di diversi scenari e di test parametrici è possibile inoltre considerare le incertezze e sopperire alle eventuali lacune nei dati disponibili.

In Figura 2.22, utilizzando sia la zonazione sismogenetica che i nodi sismogenetici, è possibile determinare per la Calabria un’accelerazione di picco di medio-alta entità ($0.2 > g > 0.35$) nella porzione orientale della regione, mentre nel settore sudoccidentale la DGA si attesta su valori più alti con $g > 0.5$. Si tratta di una regione che per sue caratteristiche geologico-strutturali potrebbe essere potenzialmente in grado di generare terremoti di alta magnitudo. Si ricorda però che i nodi sismogenetici non rappresentano la certezza dell’imminente sisma, ma aiutano a considerare l’assetto tettonico ad integrazione dei metodi deterministici laddove vi sia la possibilità di verificarsi un evento con tempo di ritorno molto elevato, cioè dove non sono stati registrati forti terremoti nel corso degli ultimi 1000 anni.

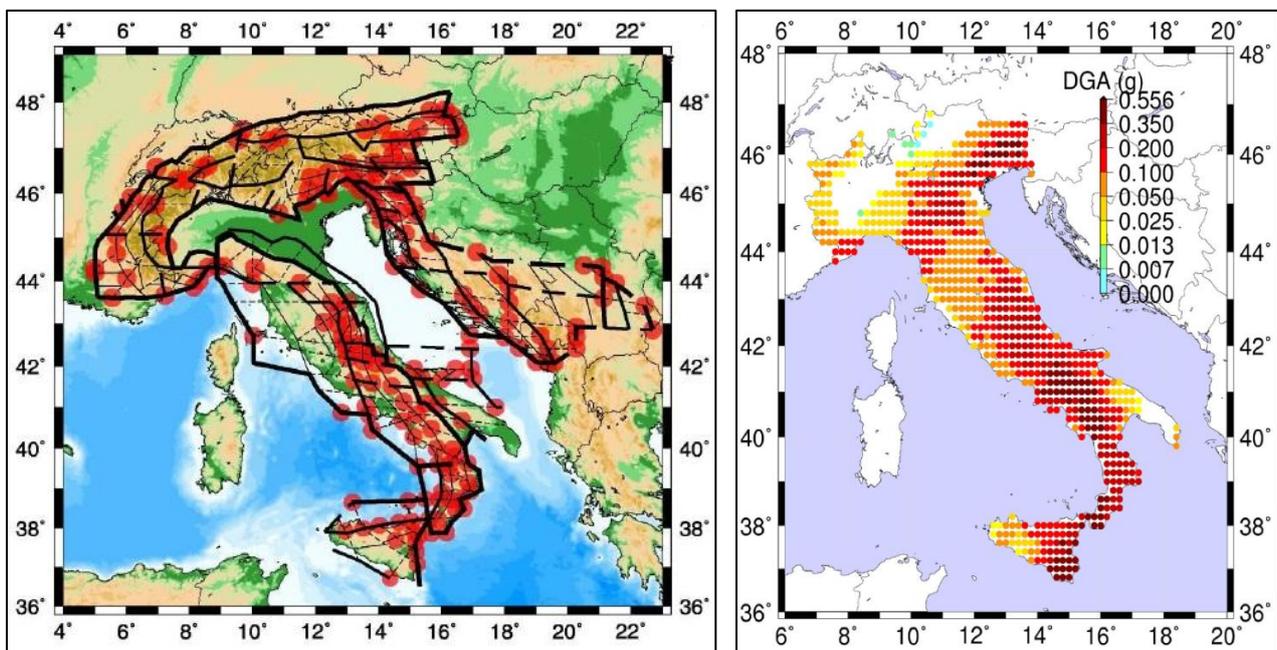


Figura 2.22 - A sinistra: zonazione morfostrutturale (in nero) e nodi sismogenetici (circoli rossi) identificati per il territorio italiano e le regioni circostanti per una $M \geq 6.0$ (Gorshkov et al., 2002; 2004); a sinistra: DGA del territorio italiano calcolata utilizzando sia la zonazione sismogenetica (Meletti e Valensise, 2004) che i nodi sismogenetici (Gorshkov et al., 2002, 2004) (fonte: Panza e Peresan, 2010)

Ulteriori dati relativi alla sismicità dell'area in oggetto emergono osservando i principali eventi sismici verificatisi negli ultimi 30 anni (1984-2014) nella regione Calabria. Dai dati provenienti dal *database* ISIDE (*Italian Seismological Instrumental and parametric Data-basE*) consultabile nel sito www.iside.rm.ingv.it, emerge che la maggior parte dei *main shock* è concentrata principalmente sulla terraferma in corrispondenza della dorsale Appenninica; tuttavia, alcuni eventi degni di nota sono stati registrati anche in mare, ma con un evidente calo di intensità e frequenza (Figura 2.23). Inserendo appositi filtri sulla banca dati e delimitando l'area di interesse, infatti, sono emersi 2690 eventi sismici nell'ultimo trentennio che hanno interessato la porzione a terra e quella orientale marina della Calabria (Lat. min: 38°00'00"; Lat. max: 40°00'00"/Long. min: 16°00'00"; Long. max: 19°00'00").

Come si evince dalla Figura 2.23, inoltre, solo una quindicina di terremoti ha avuto luogo all'interno dell'area in istanza di permesso, tutti comunque con magnitudo medio-bassa (mai $M > 4.0$) e con profondità comprese perlopiù tra 0-20 chilometri; in casi sporadici (punti in verde) si sono raggiunte profondità degli ipocentri comprese tra 20-60 chilometri.

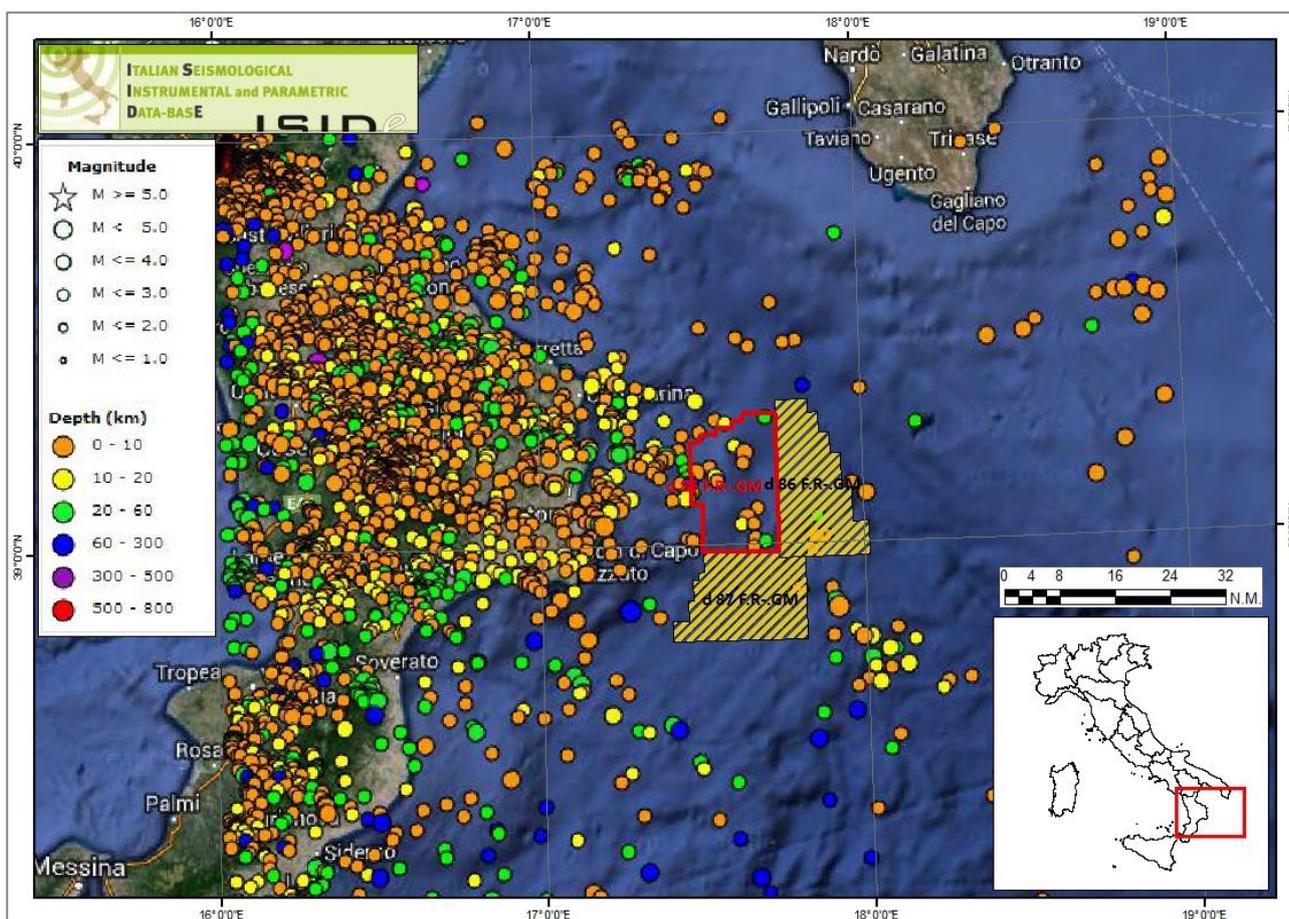


Figura 2.23 – Mappa dei principali eventi sismici avvenuti in un ampio areale limitrofo all'area in oggetto negli ultimi 30 anni (1984-2014); i punti colorati indicano l'ubicazione dell'ipocentro di ciascun evento; il diametro la magnitudo sprigionata e il colore la profondità espressa in chilometri (fonte dei dati: iside.rm.ingv.it/iside; mappa di base da GoogleEarth)

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Inquadramento geografico del progetto

3.1.1 Generalità dell'intervento

L'area oggetto di istanza di permesso di ricerca di idrocarburi, denominata "d 85 F.R.-GM" è localizzata nel Mar Ionio al largo delle coste calabresi e ricade all'interno della zona marina "F".

Il progetto rientra all'interno di un programma di indagine a più ampia scala, che comprende altre cinque aree per cui Global MED ha presentato istanza di permesso di ricerca. Nel complesso, le sei istanze sono divise in due macro aree: una al largo delle coste calabresi e l'altra a sud delle coste pugliesi.

Queste zone verranno interessate da campagne di prospezione geofisica con lo scopo di investigare le due macro aree in ingresso al Golfo di Taranto (Figura 3.1).

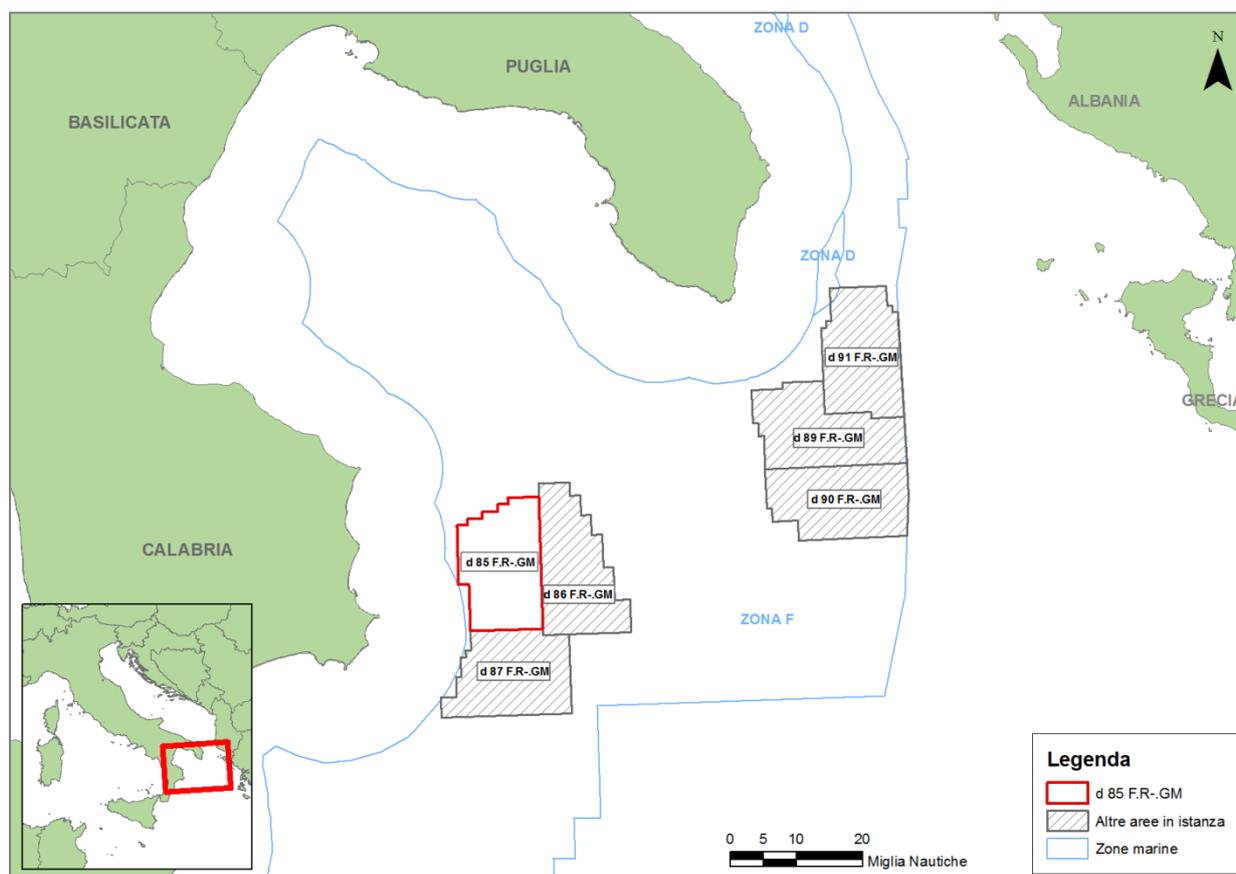


Figura 3.1 – Localizzazione dell'area in istanza di permesso di ricerca, indicata dal poligono rosso e delle altre aree per cui Global MED ha presentato istanza di permesso di ricerca

Il motivo per cui non sono state presentate due sole istanze per le due macro aree deriva dal limite dimensionale dei titoli minerari, imposto per legge. Infatti, la Legge del 9 gennaio 1991, n. 9, prevede che l'area del permesso di ricerca di idrocarburi debba essere tale da consentire il razionale sviluppo del programma di ricerca e non possa comunque superare l'estensione di 750 chilometri quadrati (Titolo II, art. 6, comma 2). Per ottemperare a quanto richiesto dalla normativa, Global MED ha suddiviso le macro aree in 6 diverse istanze, inferiori a 750 chilometri quadrati (Tabella 3.1).

Inoltre, la legge prevede, per ogni operatore, una superficie massima totale dei permessi richiesti di 10000 chilometri quadrati, perfettamente in linea con quella delle istanze proposte da Global MED.

Nome istanza	Estensione (km ²)
d 85 F.R.-GM	748,4
d 86 F.R.-GM	748,6
d 87 F.R.-GM	737,5
d 89 F.R.-GM	744,6
d 90 F.R.-GM	749,1
d 91 F.R.-GM	729,2

Tabella 3.1 – Estensione delle aree per cui Global MED ha presentato istanza di permesso di ricerca di idrocarburi in mare

L'iter procedurale (ai sensi del Decreto Direttoriale del 22 marzo del 2011, art. 6, comma 4) prevede per ogni istanza di permesso di ricerca di idrocarburi l'attivazione della procedura di valutazione di impatto ambientale presso l'autorità competente. Pertanto, le diverse istanze, pur essendo aree marine adiacenti, non possono essere oggetto di valutazione ambientale unitaria.

Allo stato attuale la macro area localizzata a sud delle coste pugliesi è suddivisa nelle istanze di permesso di ricerca "d 89 F.R.-GM", "d 90 F.R.-GM" e "d 91 F.R.-GM". Tuttavia l'istanza "d 91 F.R.-GM" è attualmente in concorrenza con l'istanza "d 84 F.R.-EL" presentata da Petroceltic Italia (50 %) e Edison (50 %), pertanto l'intero progetto di Global MED potrebbe coinvolgere la ricerca di solo cinque aree.

L'indagine geofisica prevista mira a ridefinire le principali caratteristiche, tra cui estensione e natura, delle strutture geologiche sommerse presenti nella zona oggetto dell'istanza e nelle aree limitrofe. Gli scopi scientifici principali di questa indagine sono quelli di estendere e completare la copertura sismica già esistente. Questi obiettivi avranno come risultato una rivalutazione del bacino sedimentario dell'area, una mappatura della "roccia madre" degli idrocarburi, nonché la direzione e l'estensione massima di migrazione degli stessi, attraverso l'analisi dei dati che verranno ricavati utilizzando le più moderne tecnologie.

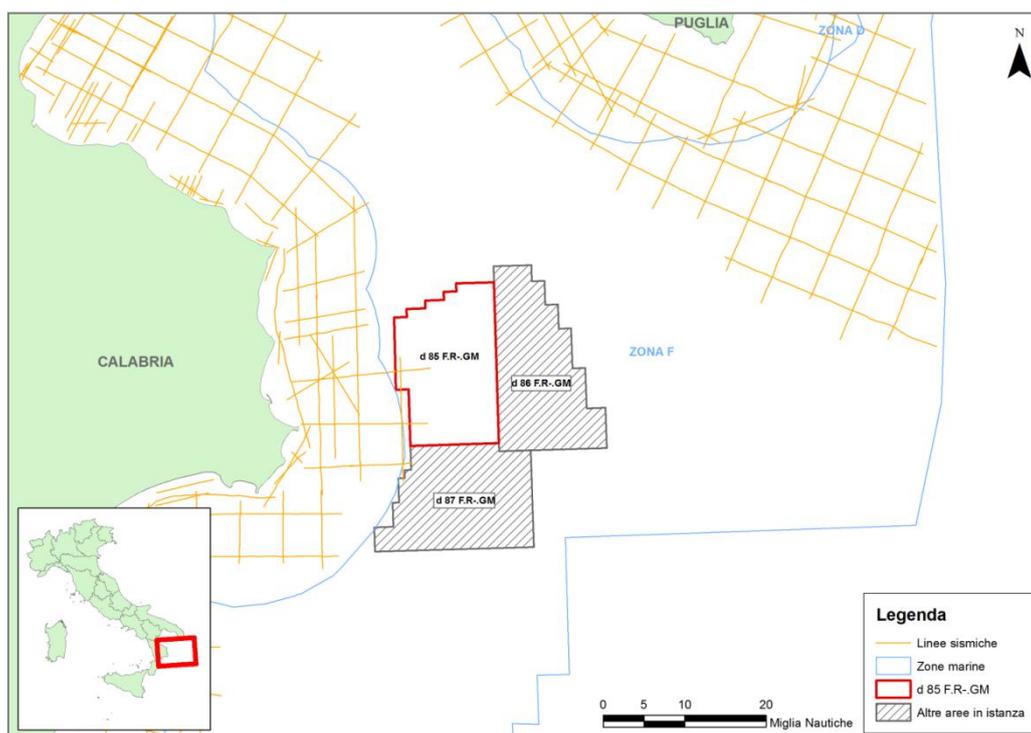


Figura 3.2 – Distribuzione delle linee sismiche pubbliche eseguite in passato nel Mar Ionio con indicazione dell'area oggetto di studio

In Figura 3.2 si possono visualizzare in giallo le linee sismiche di pubblico dominio eseguite nel corso degli anni nell'area di interesse nel mar Ionio. Queste linee sismiche danno informazioni utili per quanto riguarda la caratterizzazione geologica dell'area ma non sono sufficienti per la determinazione del potenziale petrolifero.

3.1.2 Ubicazione dell'area di intervento

L'area dell'istanza di permesso di ricerca di idrocarburi ricopre una superficie di 748,4 chilometri quadrati ed è localizzata nella parte nord occidentale del mar Ionio a sud del Golfo di Taranto.

Il punto più vicino alla costa corrisponde al vertice "f" (vedi Figura 3.3) e dista 13 miglia nautiche da Capo Colonne mentre mediamente il perimetro occidentale del blocco si trova ad oltre 15 miglia nautiche dalle coste calabresi.

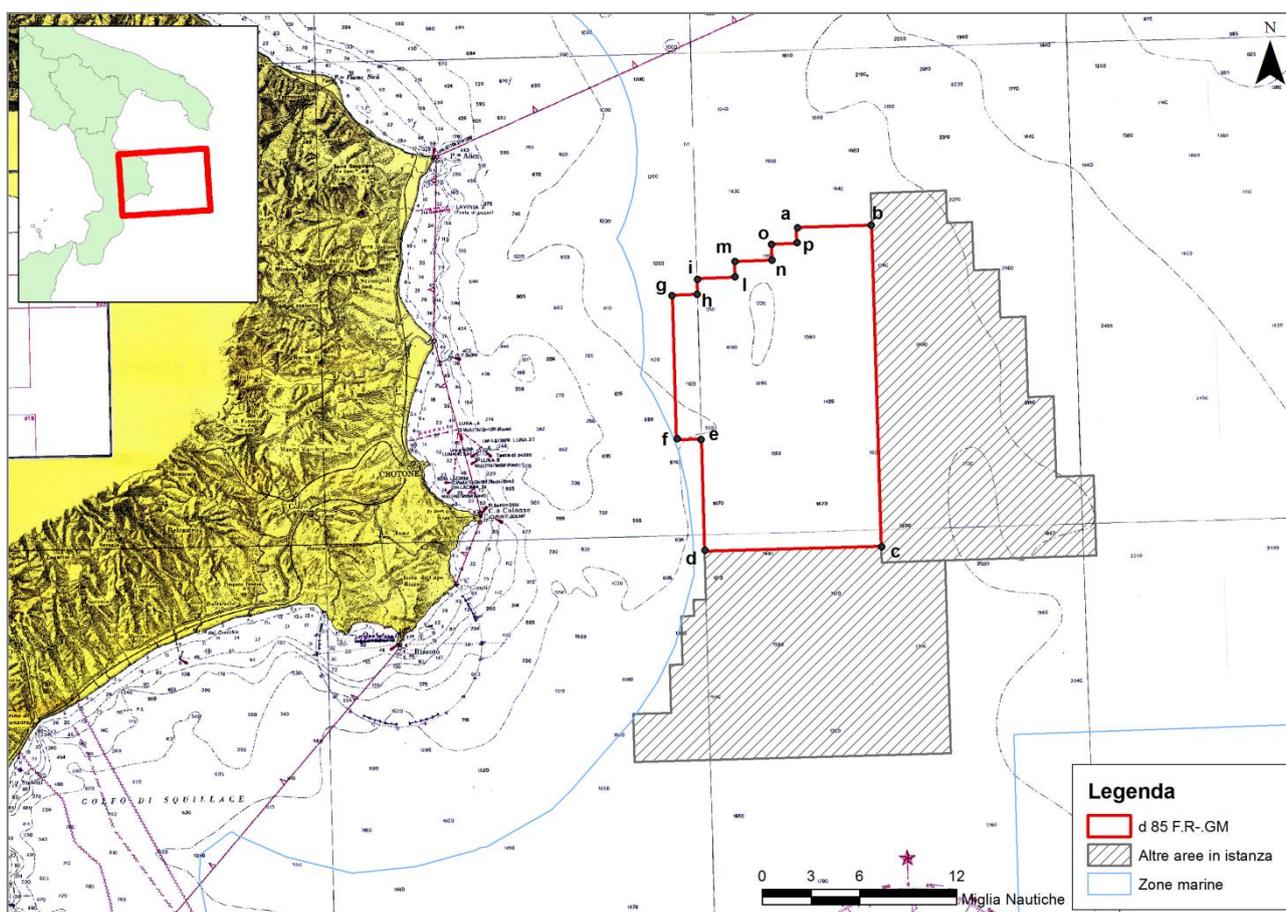


Figura 3.3 – Vertici dell'area in istanza, indicata in rosso, proiettata sulla carta nautica n. 919: "da Punta Stilo a Capo S. Maria di Leuca", dell'Istituto Idrografico della Marina

Le coordinate dei vertici dell'area in istanza, visualizzati in Figura 3.3, sono le seguenti:

Vertice	Longitudine N	Latitudine E
a	17° 38'	39° 19'
b	17° 44'	39° 19'
c	17° 44'	38° 59'
d	17° 30'	38° 59'
e	17° 30'	39° 06'



f	17° 28'	39° 06'
g	17° 28'	39° 15'
h	17° 30'	39° 15'
i	17° 30'	39° 16'
l	17° 33'	39° 16'
m	17° 33'	39° 17'
n	17° 36'	39° 17'
o	17° 36'	39° 18'
p	17° 38'	39° 18'

Tabella 3.2 – Coordinate dei vertici del permesso di ricerca denominato “d 85 F.R.-GM”

3.2 Obiettivi della Ricerca

La struttura tettonica, l'assetto geologico, la natura litologica e la storia evolutiva che ha portato all'attuale posizione dei domini di avanfossa e avampaese, hanno reso il settore dell'Appennino Meridionale di notevole interesse dal punto di vista geominerario. La deposizione avvenuta dal Triassico al Cretacico nei bacini oceanici della Tetide ha determinato la formazione di piattaforme carbonatiche e rocce madri, che oggi costituiscono importanti obiettivi esplorativi. Le falde superficiali sovrascorse dell'Appennino comprendono carbonati del Triassico-Paleoceno, con scollamento superficiale che non dovrebbe incorporare il basamento della sezione pre-Giurassico inferiore (Lias).

Il sistema geologico che caratterizza la Catena a falde Appenninica e il suo Avampaese possono essere proiettate a sud nel Mar Ionio, dove è localizzata l'area in istanza. La falda di copertura Appenninica abbraccia varie unità tettono-stratigrafiche impilatesi durante l'orogenesi alpina nel Miocene-Pleistocene.

Le unità che costituiscono il sistema geologico sono caratterizzate da sedimenti compresi tra il Mesozoico e il Terziario e dalle unità sin-orogeniche dei flysch. La colonna stratigrafica generale rappresentata in Figura 3.4 evidenzia i principali intervalli di rocce madri per idrocarburi presenti nell'area. Esistono altre sorgenti di gas. La colonna stratigrafica attesta la presenza di una vasta deposizione carbonatica basata su province più orientali dove carbonati Triassico-Cretacici sono ben documentati. Se analoghe condizioni dovessero essere attestate anche nell'area oggetto di studio, ciò la renderebbe un'interessante obiettivo dell'esplorazione. La sezione che va dal tardo Terziario all'epoca più recente è dominata da rocce clastiche e comprende depositi di unità flyschoidi.

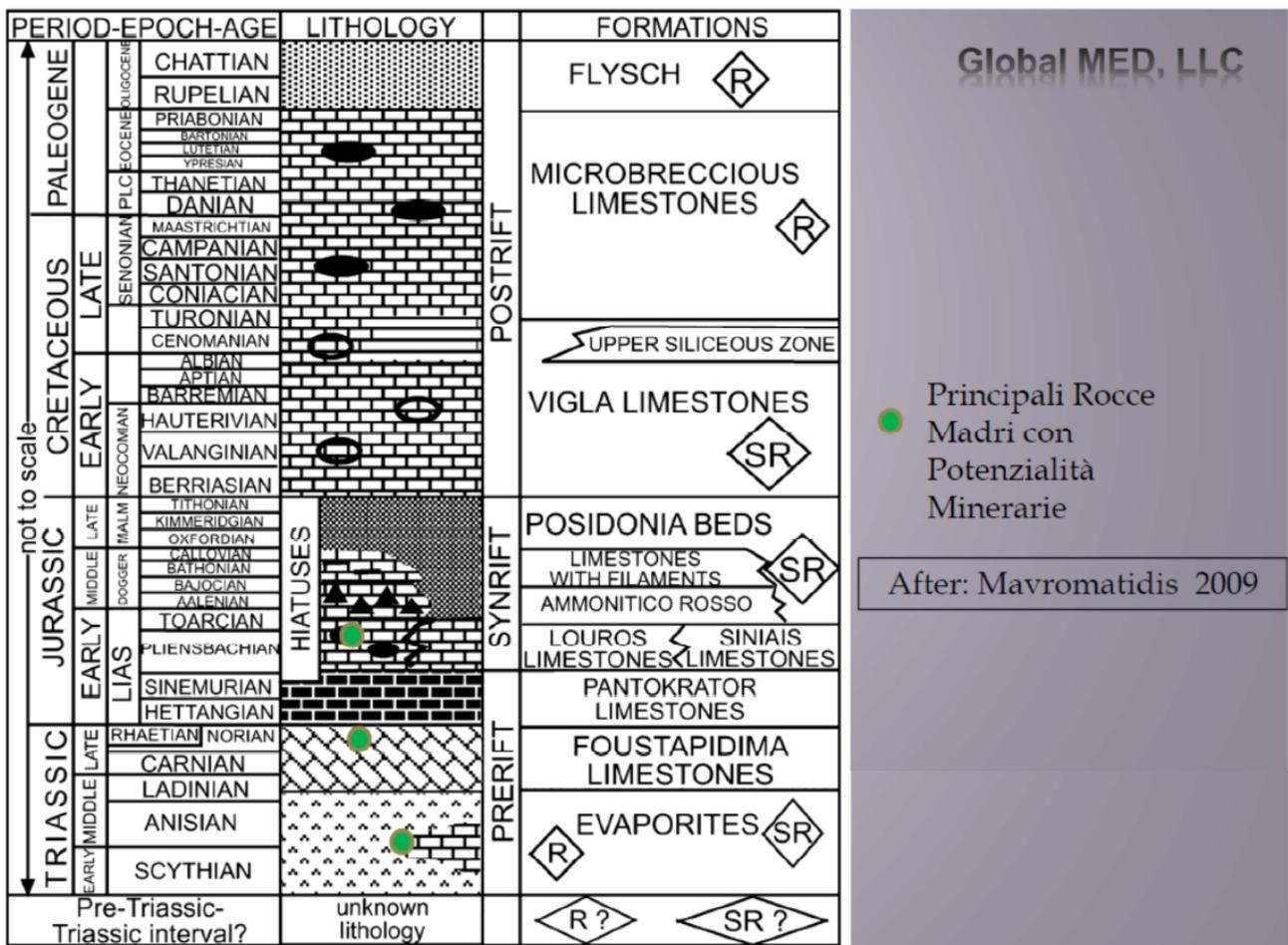


Figura 3.4 – Colonna stratigrafica localizzata in prossimità dell’area di interesse (fonte: Mavromatidis, 2009).

La Figura 3.5 mostra la sezione diagrammatica della zona occidentale dell’area in istanza, situata a sud della Piattaforma Apula. Tale area è probabilmente ricca di carbonati sovrascorsi e potrebbe presentare trappole all’interno dei sedimenti del Terziario. I vecchi dati sismici della CGG e della Wavetech/Fugro analizzati dai tecnici di Global MED hanno mostrato un carattere sismico disturbato con riflettori di bassa coerenza, tipicamente indicativi di complessità geologica. I dati caratterizzati da una bassa qualità di riflessione saranno sostituiti con la riacquisizione e rielaborazione dei dati esistenti e per mezzo di nuove registrazioni sismiche proprietarie, come esposto nel programma tecnico dei lavori.

Tramite l’utilizzo di tecniche di visualizzazione e interpretazione di dati sismici per assemblare le informazioni relative agli ambienti deposizionali e ai caratteri tettonici, Global MED potrà collegare le caratteristiche geologiche favorevoli agli altri indizi e definire obiettivi petroliferi in questo sistema complesso. Rocce madri più recenti, a seguito di adeguato seppellimento e maturazione, oltre che la migrazione degli idrocarburi in potenziali rocce serbatoio, rappresentano degli obiettivi interessanti in questa complessa regione *offshore*. Sequenze saline di copertura che, se presenti, rappresenterebbero ottime unità sigillanti, si ritiene possano essere comprese nell’area d’interesse, così come anche abbondanti argilliti (*shales*). A questo proposito, gli studi preliminari suggeriscono l’assenza di depositi salini significativi, motivo per cui le rocce sigillanti potrebbero invece essere rappresentate da scisti marini.

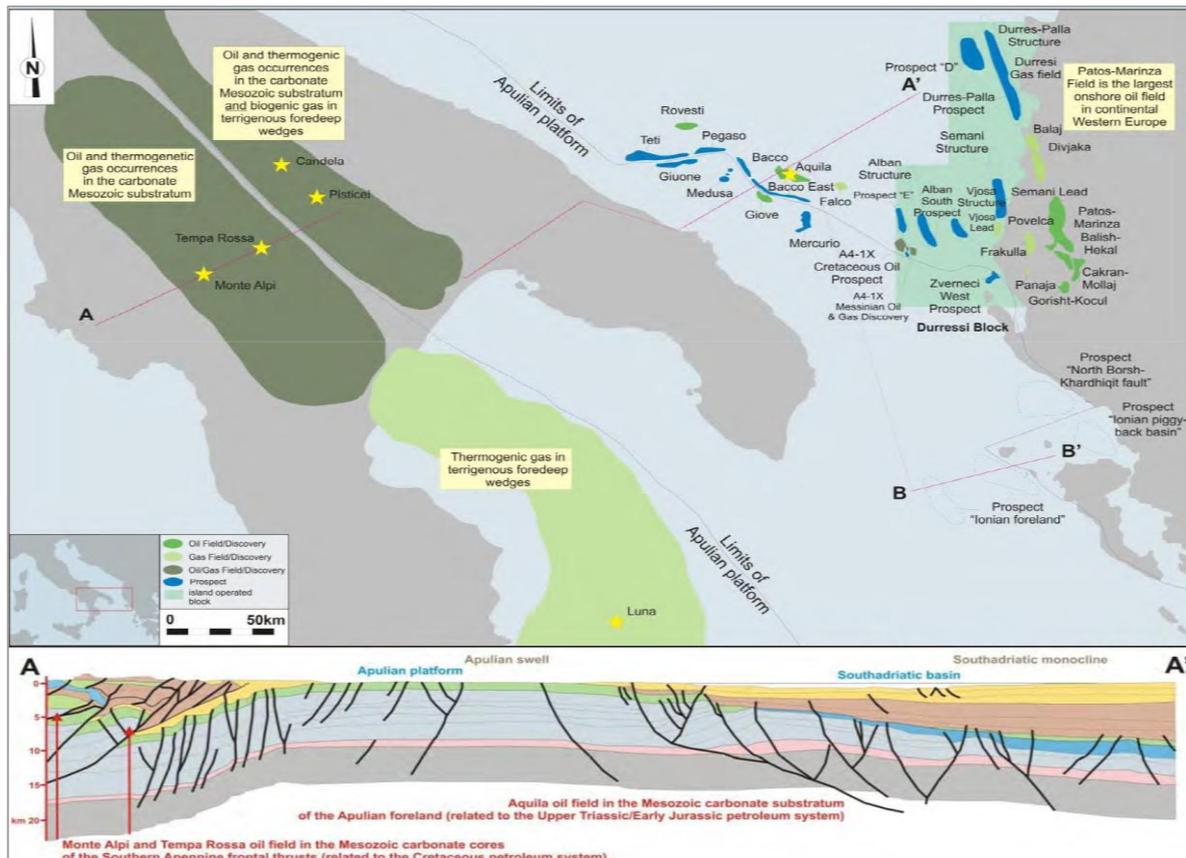


Figura 3.5 – Sezione diagrammatica che attraversa l'onshore e l'offshore italiano fino a raggiungere le coste Albanesi (fonte: www.iene.gr/symposium-cyprus2012/articlefiles/2nd-session/Nikolaou.pdf)

Global MED ha valutato gli obiettivi minerari in base ai dati disponibili nel Mar Ionio. Non trascurando il fatto che i dati sismici risultano essere di bassa qualità tanto da richiedere un processo di rielaborazione, Global MED ritiene che vi siano numerosi *play* minerari nell'area in oggetto e che i carbonati Mesozoici abbiano formato delle trappole sotto il flysch terziario. Il flysch stesso, essendo indicatore di gas, non è la meta primaria, anche se il gas rappresenta una risorsa importante che potrebbe essere sfruttata e messa sul mercato in quest'area. Global MED ritiene che le rocce serbatoio (sabbie) diventino più fini verso est.

Nel controllo dei pozzi disponibili, le sabbie sono molto fini e disperse verticalmente. Tuttavia, rielaborando i dati sismici, sarà possibile individuare *bright spot*, le caratteristiche di ampiezza e riesaminare l'assetto stratigrafico al fine di verificare se può essere ipotizzata la presenza di spessi canali sabbiosi e obiettivi deposizionali di età Terziaria. Al momento gli unici dati disponibili provengono dalla Wavetech (Fugro Geoteam, Figura 3.6).

L'ipotesi del prisma di accrezione è più probabile nel caso di complesse trappole embricate sovrascorse. Scansioni e altri dati sismici attestano, quasi con certezza, la presenza di trappole. La sismica testimonia l'esistenza di blocchi profondamente fagliati di età Giurassica e Triassica. Si presume da casi analoghi che sezioni di età Giurassica inferiore (Lias) dovrebbero essere ricche di sostanze organiche e predisposte a comportarsi come rocce madri (marna a Posidonia del Toarciano). Lo strato del Tardo Triassico in Sicilia e nell'*offshore* dell'Albania è predisposto a comportarsi da roccia madre, ed ha un'alta produzione di idrocarburi.

Le analisi regionali, i modelli, gli studi pubblicati, il gradiente geotermico moderato, nonché la profondità del seppellimento di potenziali rocce madri, sembrano riflettere un alto potenziale minerario.

I giacimenti esterni all'area, in Italia e nelle zone limitrofe, tendono a presentare un alto valore API e condensati *Oil & Gas*. Poiché i dati geologici non sono abbastanza dettagliati e a causa di una copertura solo parziale delle aree, per il momento non è possibile mappare le trappole, ma una rielaborazione (PSDM) dei dati sismici dovrebbe individuare gli obiettivi. Nuovi dati sismici 2D proprietari verranno illustrati nel programma tecnico dei lavori.

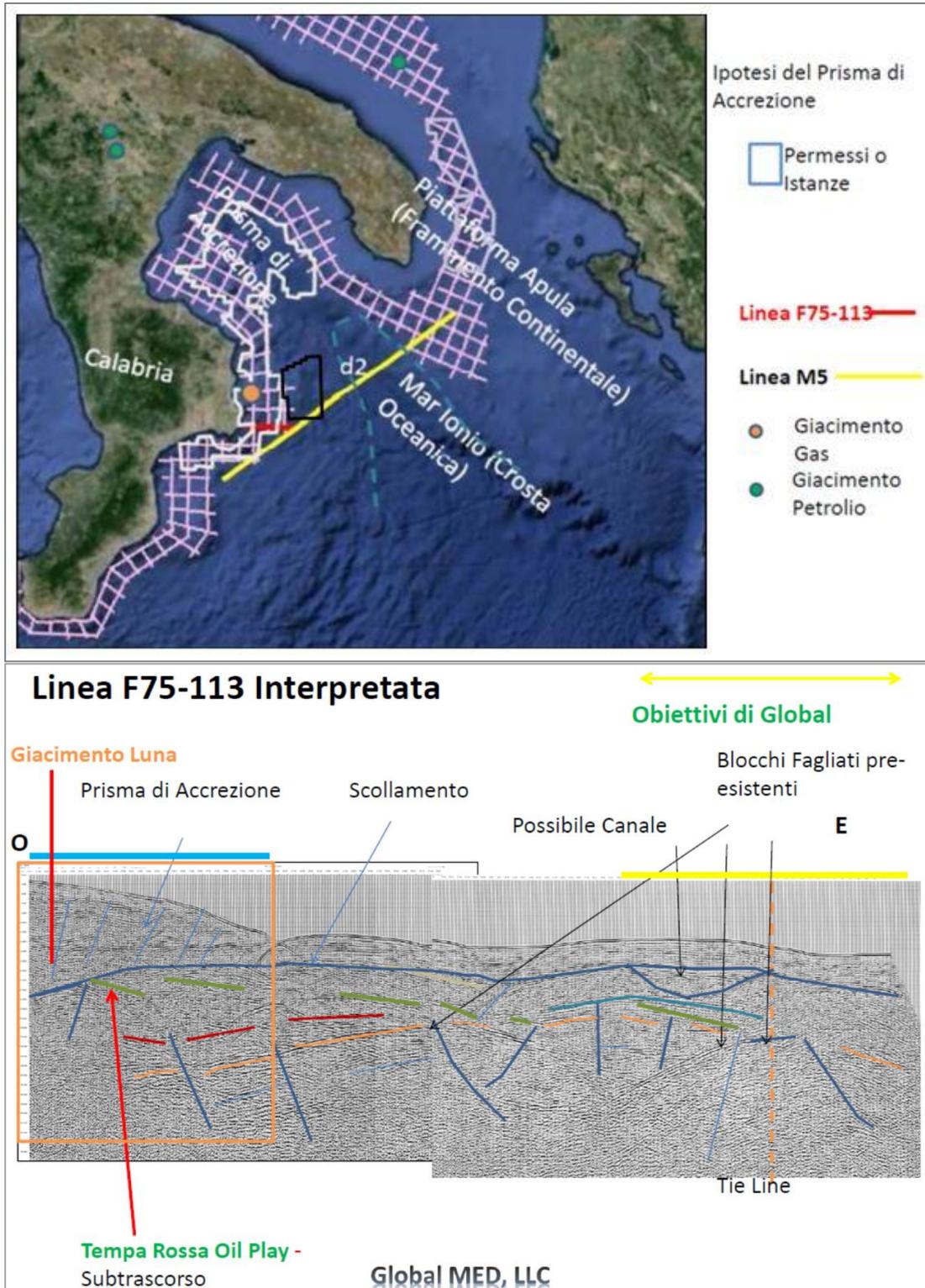


Figura 3.6 – Analisi sismica preliminare dei potenziali play presenti nell'area di interesse (fonte: Wavetech, Fugro Geoteam)



3.3 Programma lavori del permesso di ricerca

Di seguito verrà descritto il programma tecnico dei lavori che Global MED si propone di effettuare qualora la titolarità del permesso di ricerca venga assegnata con apposito decreto ministeriale.

L'obiettivo principale dei lavori è quello di valutare al meglio la presenza di accumuli di idrocarburi economicamente sfruttabili.

I lavori che di seguito verranno descritti possono essere suddivisi in tre fasi distinte, due fasi operative di ricerca ed un'eventuale fase di perforazione.

È doveroso precisare che l'eventuale fase di perforazione dovrà essere oggetto di una nuova proposta progettuale da sottoporre a procedura di valutazione di impatto ambientale nonché specifica autorizzazione da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.

3.3.1 Prima fase di ricerca

Indicazione della strategia esplorativa, definizione dei *leads* e caratteristiche dei prospetti futuri. Le seguenti attività saranno svolte nella Fase I, inclusi i lavori di indagine geologica e geofisica che verranno iniziati entro 12 mesi dalla comunicazione del conferimento del permesso.

3.3.1.1 Ricerca di base

- Svolgimento di ricerche sulla letteratura, esame della disponibilità, qualità e valore degli esistenti dati di pozzo e sismici, esame e catalogazione di dati, acquisizione di dati geofisici, geologici esistenti e degli altri dati, se necessari e disponibili;
- Studio di potenziali analoghi sistemi petroliferi e valutazione dei rilevanti dati di pozzo esistenti per le informazioni relative alle proprietà delle rocce e dei fluidi, alla correlazione stratigrafica e ai sistemi di idrocarburi;
- Svolgimento di analisi stratigrafica e strutturale dell'area su scala regionale, in modo da definire la tettonica regionale, i sistemi petroliferi e la tipologia di trappola, identificazione di potenziali giacimenti (*reservoir*), di intervalli di rocce di copertura (*seals*) e di rocce madre (*source*);
- Analisi, interpretazione ed estrapolazione di informazioni dai nuovi dati, ottenuti dallo studio regionale della Global MED, LLC di rilevamento satellitare di manifestazioni di petrolio (*Satellite Oil Seep Detection Study*), che copre l'intera superficie dell'area dell'istanza ed integrazione e spiegazione delle anomalie e dei risultati con le informazioni disponibili, per esempio dei dati sismici, gravimetrici, magnetici e batimetrici, selezione dell'immagine di manifestazione di petrolio, analisi delle faglie ed interpretazione.

Gli studi geofisici e la loro interpretazione includeranno l'identificazione dei dati sismici esistenti per la rielaborazione ed elaborazione avanzata, se necessaria.

3.3.1.2 Ricerca Avanzata

- Acquisizione e elaborazione di un minimo di 229 chilometri di nuova sismica 2D (Figura 3.7), oltre alla relativa acquisizione di dati gravimetrici e magnetici;
- Valutazione della fattibilità del miglioramento dell'immagine sismica e della riduzione del rischio dei prospetti attraverso l'applicazione ai dati sismici disponibili di tecniche di elaborazione di dati geofisici (per esempio, tramite la fisica avanzata delle rocce (*advanced rock physics*), AVO (*Amplitude Versus Offset*) la migrazione in profondità *pre-stack* PSDM (*Pre Stack Depth Migration*) e la inversione;

- Interpretazione dei dati geologici e geofisici disponibili (sismici, gravimetrici, magnetici e dei pozzi di riferimento per sviluppare ipotesi di sistema geologico ed identificazione preliminare e di prospetti e *leads*;
- Redazione di mappe strutturali di tempo e di profondità, identificazione di *leads*, prospetti e calcolo dei volumi del giacimento, classificazione dei *leads* e dei prospetti, completamento di un inventario dei prospetti del permesso;
- Valutazione dei restanti rischi geologici associati con i sistemi petroliferi (*plays*), dei *leads* e dei prospetti.

Durante la Fase I, la richiedente invierà i richiesti rapporti riassuntivi tecnici di avanzamento lavori. Al termine della Fase I, la richiedente presenterà un rapporto di valutazione del permesso di ricerca con descrizione dei lavori svolti, i potenziali sistemi petroliferi identificati, i prospetti ed i *leads*, con una valutazione dei rischi esplorativi associati. La richiedente potrà decidere di proseguire con la Fase II o si riserva il diritto di rinunciare al permesso di ricerca.

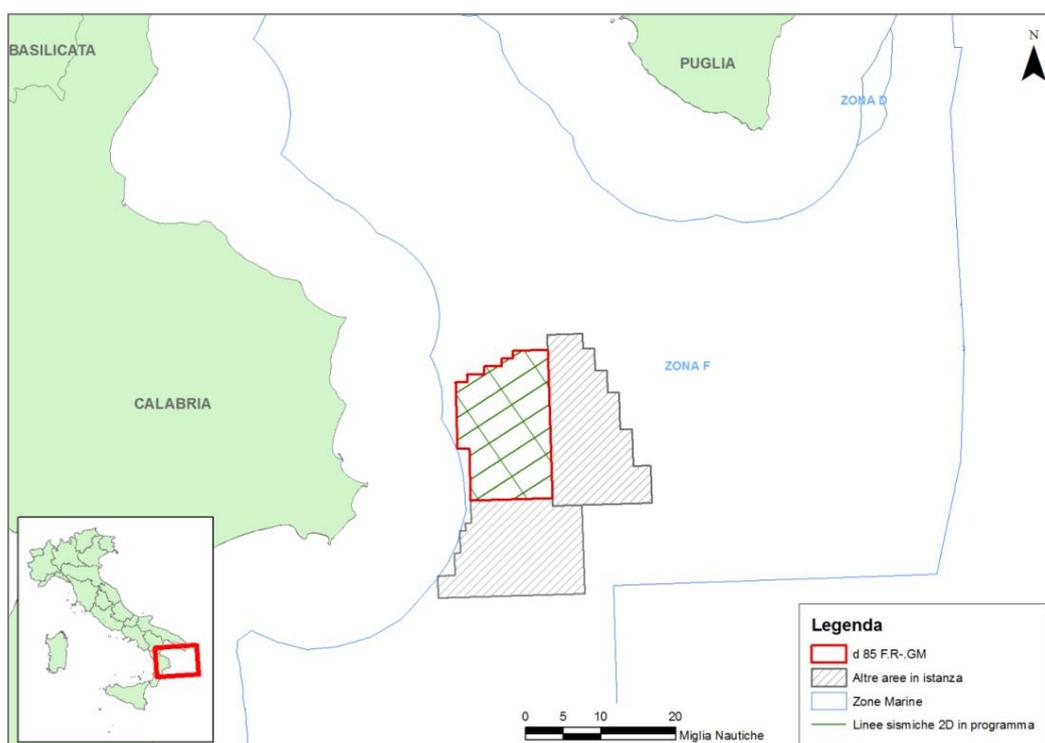


Figura 3.7 – Ubicazione delle linee sismiche 2D in progetto di acquisizione, all'interno del perimetro dell'istanza di permesso di ricerca idrocarburi "d 85 F.R.-GM"

3.3.2 Seconda fase

Ridefinizione del prospetto e riduzione del rischio. Entro 25-48 mesi dal conferimento del permesso di ricerca, la richiedente svolgerà le seguenti attività:

- prosecuzione della mappatura e valutazione del prospetto;
- se necessario, acquisizione di ulteriori dati sismici 2D o 3D, oppure acquisto di dati sismici esistenti non di proprietà, esecuzione di qualsiasi ulteriore elaborazione e continuazione del lavoro dettagliato di interpretazione e di ricerca;
- ridefinizione degli elementi del sistema petrolifero e stima delle variazioni delle proprietà, determinazione della probabilità della capacità del giacimento della roccia madre, della migrazione, della maturazione della trappola, delle rocce di isolamento e di copertura;



- determinazione della configurazione definitiva del prospetto e classificazione delle potenziali ubicazioni di un pozzo;
- determinazione degli aspetti economici della perforazione di un pozzo esplorativo, incluse le decisioni sull'acquisizione di ulteriori dati per localizzare l'ubicazione del pozzo, se necessario.

Al termine della Fase II, la richiedente invierà il rapporto di valutazione del permesso con la descrizione dei lavori svolti e dei potenziali sistemi di idrocarburi identificati, dei prospetti e dei *leads* e con una valutazione dei rischi esplorativi associati. La richiedente potrà voler iniziare la Fase III della ricerca, qualora venisse individuato un adeguato potenziale di idrocarburi ed un adeguato rischio di ricerca tale da giustificare la perforazione di un pozzo esplorativo. La richiedente si riserva comunque il diritto di rinunciare al permesso di ricerca.

3.3.3 Terza fase

Definizione finale del prospetto, riduzione del rischio, pianificazione e perforazione di un pozzo. Le seguenti attività verranno svolte nella Fase III, inclusi i lavori di perforazione di un pozzo esplorativo da iniziarsi entro 60 mesi dalla comunicazione del conferimento del permesso di ricerca, subordinatamente alla disponibilità di una nave da perforazione e/o ad adeguate proroghe:

- continuazione degli studi geologici e geofisici per interpretare i rilievi sismici definitivi in 2D e/o 3D, al fine di ottimizzare l'ubicazione della perforazione e la previsione del profilo del pozzo;
- completamento dell'analisi economica definitiva e della valutazione del rischio;
- predisposizione di appropriate relazioni tecniche approfondite, complete e consolidate;
- predisposizione della previsione del pozzo, del programma di perforazione e degli studi preliminari alla perforazione;
- completamento delle attività correlate alla valutazione di impatto ambientale relative alla perforazione e presentazione dello studio di valutazione di impatto ambientale alle autorità competenti ed ottenimento delle autorizzazioni richieste per consentire la perforazione di un pozzo;
- perforazione di (1) un pozzo esplorativo di prova al fine di valutare sufficientemente gli orizzonti geologici potenziali evidenziati dalle precedenti fasi;
- predisposizione di un rapporto di fine pozzo, elencando i dati acquisiti durante e dopo la perforazione, l'interpretazione petrofisica dei dati delle diagrafie del pozzo, le analisi di laboratorio dei campioni di pozzo e l'interpretazione geologica dei risultati di pozzo.

Al termine della Fase III, la richiedente presenterà un rapporto di valutazione del permesso con la descrizione dei lavori realizzati, i risultati ottenuti, i potenziali sistemi di idrocarburi identificati, i prospetti, i *leads* con una valutazione dei rischi esplorativi associati. Nel caso di scoperta di idrocarburi, la richiedente potrà presentare istanza di concessione di coltivazione e/o di proroga temporanea del permesso o di rinuncia al titolo minerario.

3.4 Descrizione delle tecnologie di ricerca

La geofisica è in generale l'applicazione di misure e metodi fisici allo studio delle proprietà fisiche del sottosuolo. Le prospezioni geofisiche (prospezioni sismiche, elettriche, elettromagnetiche, radiometriche, gravimetriche) rappresentano alcuni metodi fisici utilizzati nel campo dell'esplorazione geologica.

Le indagini geofisiche si differenziano in due grandi categorie: indagini passive ed indagini attive.



Le prime si effettuano prevalentemente in magnetometria e in gravimetria, dove tramite delle apposite strumentazioni si rilevano eventuali anomalie (magnetiche o gravimetriche) rispetto all'ambiente circostante.

Le seconde si riferiscono ai rilievi di tipo sismico e geoelettrico che permettono, tramite l'attivazione nel sottosuolo di diverse forme di energia, di studiare la risposta del sottosuolo stesso.

Il programma tecnico dei lavori che Global MED propone di effettuare, unitamente alla campagna di acquisizione sismica (metodo attivo), prevede l'acquisizione passiva di parametri magnetici e gravimetrici.

Di seguito verrà descritto nel dettaglio il metodo di indagine sismico in quanto rappresenta l'unica indagine che prevede la generazione artificiale di un segnale e quindi una potenziale perturbazione dell'ambiente dell'area in oggetto.

3.4.1 Indagine geofisica: il metodo sismico

Le indagini geofisiche sono comunemente utilizzate per definire le strutture geologiche del sottosuolo durante le attività di esplorazione e produzione *off-shore* in tutto il mondo. Questo tipo di indagine è attualmente la migliore tecnologia a disposizione per la ricerca di precisione di idrocarburi in mare aperto perché più affidabile e in grado di determinare con grande dettaglio l'andamento strutturale e stratigrafico di un'intera serie sedimentaria. Le ricerche in mare sono effettuate da navi appositamente costruite che raccolgono dati geologici di sottosuolo lungo un grigliato formato da un insieme di linee e transetti.

Le prospezioni sismiche possono essere di tipo 2D, 3D, o 4D. Le indagini 2D e 3D sono utilizzate principalmente per l'esplorazione e la caratterizzazione delle risorse non sviluppate. Le 2D sono condotte su vaste aree, lungo transetti distanziati da 5 a 100 chilometri e sono in grado di fornire una visione generale della geologia sottomarina. Le indagini 3D sono condotte su aree molto più piccole, lungo transetti di indagine distanziati di non oltre 100 metri e forniscono dati sufficienti per costruire un modello 3D del sottosuolo. Le indagini 4D comprendono anche la componente tempo e sono usati durante la fase di produzione di idrocarburi, per monitorare le variazioni temporali di esaurimento del giacimento.

Le indagini sismiche utilizzano diverse fonti di energia per creare onde sismiche che si propagano nella crosta terrestre sottomarina. L'energia viene emessa lungo il grigliato, di solito sotto forma di impulsi di breve durata e a bassa frequenza. Gli impulsi viaggiano attraverso gli strati geologici e vengono riflessi dalle superfici di discontinuità presenti negli strati del sottosuolo, per poi tornare in superficie dove vengono registrati dai ricevitori, chiamati idrofoni (Figura 3.8).

Le profondità degli strati nel sottosuolo sono calcolate in base al tempo trascorso tra la generazione del suono e la rilevazione del segnale di riflesso nell'idrofono. L'analisi del tempo e delle caratteristiche del segnale di ritorno permettono la definizione delle strutture geologiche presenti.

Nella forma più elementare, le attrezzature per l'acquisizione del dato geofisico in mare consistono in una sorgente acustica, un ricevitore acustico e un dispositivo di memorizzazione dei dati. Gli *air-gun* sono la fonte di energia più comunemente utilizzata e sono composti da un trasduttore subacqueo impulsivo che produce un suono a bassa frequenza emettendo aria ad alta pressione in acqua. Questo produce una bolla d'aria che si espande rapidamente, contrae e ri-espande, creando un'onda sismica ad ogni oscillazione.

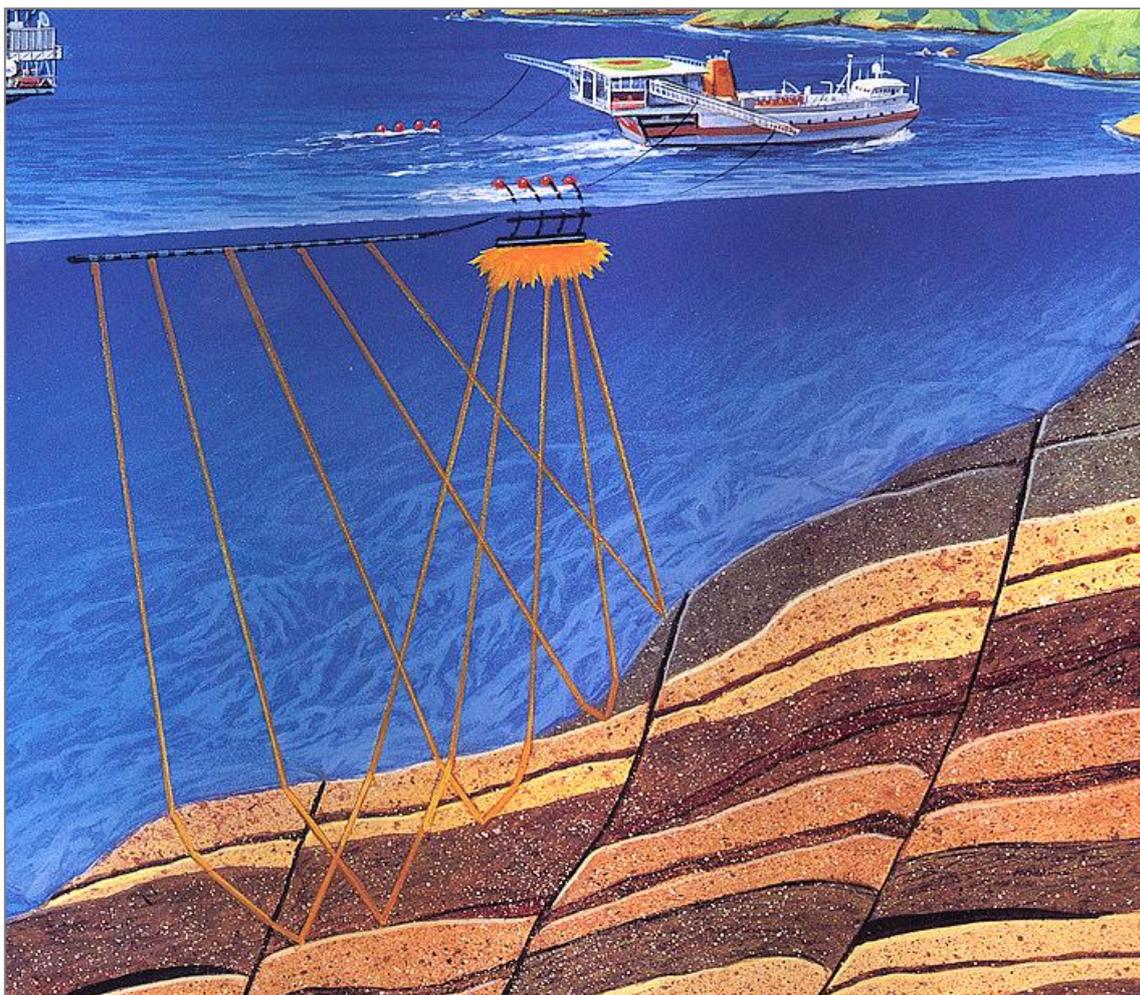


Figura 3.8 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org)

L'*air-gun* è un dispositivo costituito da due camere, una superiore che viene caricata di aria compressa e una inferiore di scarico, sigillate tra loro da un doppio pistone ad albero. L'aria compressa che viene immessa nell'*air-gun*, deriva dai compressori presenti nella nave sismica e passa dalla camera superiore a quella inferiore attraverso la sezione cava del pistone. Quando l'*air-gun* risulta carico e si raggiunge la pressione desiderata, scelta in base all'obiettivo del sondaggio ma anche per minimizzare il più possibile gli eventuali impatti sull'ambiente marino, viene attivato elettronicamente un solenoide che genera un campo magnetico sufficiente a far sollevare il pistone. Con la risalita del pistone si aprono le valvole d'uscita poste ai lati dell'*air-gun* e l'aria compressa viene espulsa all'esterno (Figura 3.9).

E' possibile utilizzare singoli *air-gun* oppure sistemi di più *air-gun* denominati *array*. Fonti singole sono utilizzate solo per indagini in acque superficiali, mentre le acque profonde, come quelle che saranno intraprese nell'area del progetto, richiedono *array* composti da diversi *sub-array* di *air-gun*. Le emissioni di aria compressa avvengono generalmente ogni 5-15 secondi.

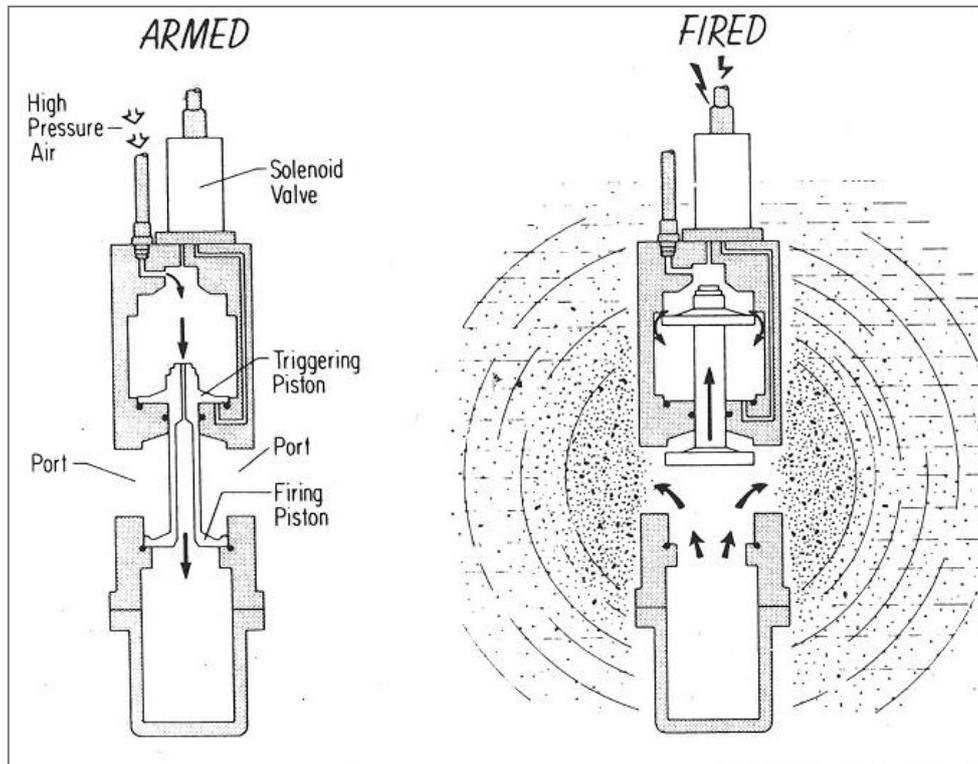


Figura 3.9 – Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed”, scoppio “Fired” e rilascio “Implosion” (fonte: www.usgs.gov)

Gli *array* di *air-gun* sono progettati per dirigere la maggior parte dell'energia verticalmente verso il basso, tuttavia una componente dell'energia viene proiettata anche orizzontalmente in acqua e può essere rilevata ad una distanza variabile dalla sorgente, a seconda delle condizioni idrografiche e del livello di rumore di fondo. Ciò nonostante, le onde che vengono generate hanno un rapido decadimento spaziale, l'energia infatti tende a diminuire con il quadrato della distanza. Gli impulsi prodotti dagli *air-gun* sono a banda larga, con la maggior parte dell'energia concentrata nella gamma di frequenze tra 10-200 Hertz, e livelli inferiori nell'intervallo 200-1000 Hz. A seconda della configurazione dell'*array* di *air-gun*, i livelli sonori alla sorgente presentano valori di 237-262 dB re 1uPa/m.

I segnali sismici riflessi dalle discontinuità geologiche del sottosuolo vengono ricevuti dagli idrofoni (sensori di pressione) presenti all'interno dei cavi detti *streamer*. Gli *streamer* sono costituiti da sezioni tubolari contenenti gli idrofoni e da conduttori elettrici che trasportano i segnali (Figura 3.10). Le sezioni dei cavi sono collegate insieme tramite moduli elettronici, in cui i segnali provenienti dagli idrofoni vengono digitalizzati e messi su un cavo ottico, che restituisce i segnali al sistema di registrazione a bordo della nave. I cavi *streamer* sono studiati per un galleggiamento neutro, e possono essere solidi o pieni di liquido isolante elettrico.

Durante l'acquisizione geofisica, il cavo deve essere mantenuto alla stessa profondità e deve essere allineato secondo la direzione di rilevamento stabilita; per favorire la stabilità di posizione del cavo viene utilizzato un galleggiante (boa) e un dispositivo di abbassamento che permette di mantenere la posizione iniziale dello *streamer* ad una determinata profondità di operazione. Una boa di coda (Figura 3.10) viene fissata all'estremità di coda dello *streamer* e al di sopra è fissato un riflettore radar per il controllo dell'allineamento del cavo stesso rispetto alla direzione di movimento della nave.

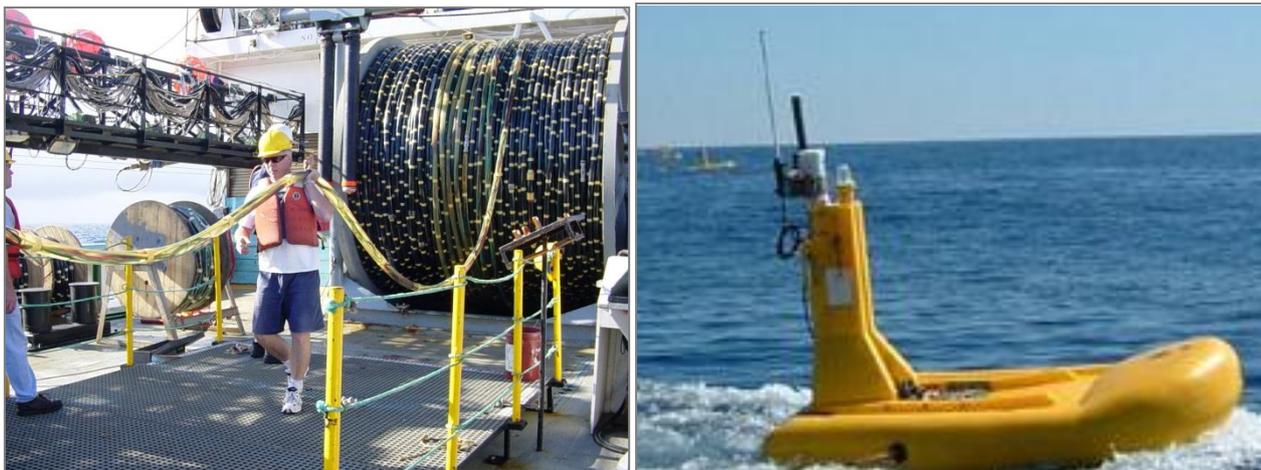


Figura 3.10 – Streamer o cavo sismico per l'acquisizione a sinistra (fonte: www.ig.utexas.edu) e Boa di coda a destra (fonte: www.seamap.com)

La registrazione del segnale geofisico viene eseguita dall'idrofono (trasduttore elettroacustico) che genera una tensione all'arrivo di un impulso di pressione, prodotto nell'acqua dall'onda sismica. Grazie allo sviluppo delle moderne tecniche di trasformazione dell'onda sonora in segnale elettronico, lo strumento consente di captare suoni emessi a grandi distanze (Figura 3.11).



Figura 3.11 – Serie di idrofoni usati per l'acquisizione del segnale off-shore (fonte: www.oilonline.com)

I segnali registrati, inoltre, richiedono una fase di *processing*, attraverso la quale i singoli arrivi vengono elaborati, amplificati, sommati, filtrati, migrati (procedure condotte in maniera computerizzata) in modo da eliminare ogni eventuale disturbo sia esso organizzato (come gli arrivi delle onde dirette in superficie) che aleatorio quale, ad esempio, i disturbi ambientali: passaggi di navi o di mezzi pesanti, rumori di motori, etc.

Il risultato finale sarà un elaborato grafico denominato "sezione sismica" (Figura 3.12), nella quale viene evidenziato l'andamento delle superfici di riflessione provenienti dal sottosuolo (che costituiranno un insieme di riflettori sismici) che segnaleranno la presenza delle varie discontinuità incontrate (strati, contatti litologici, contatti tettonici).

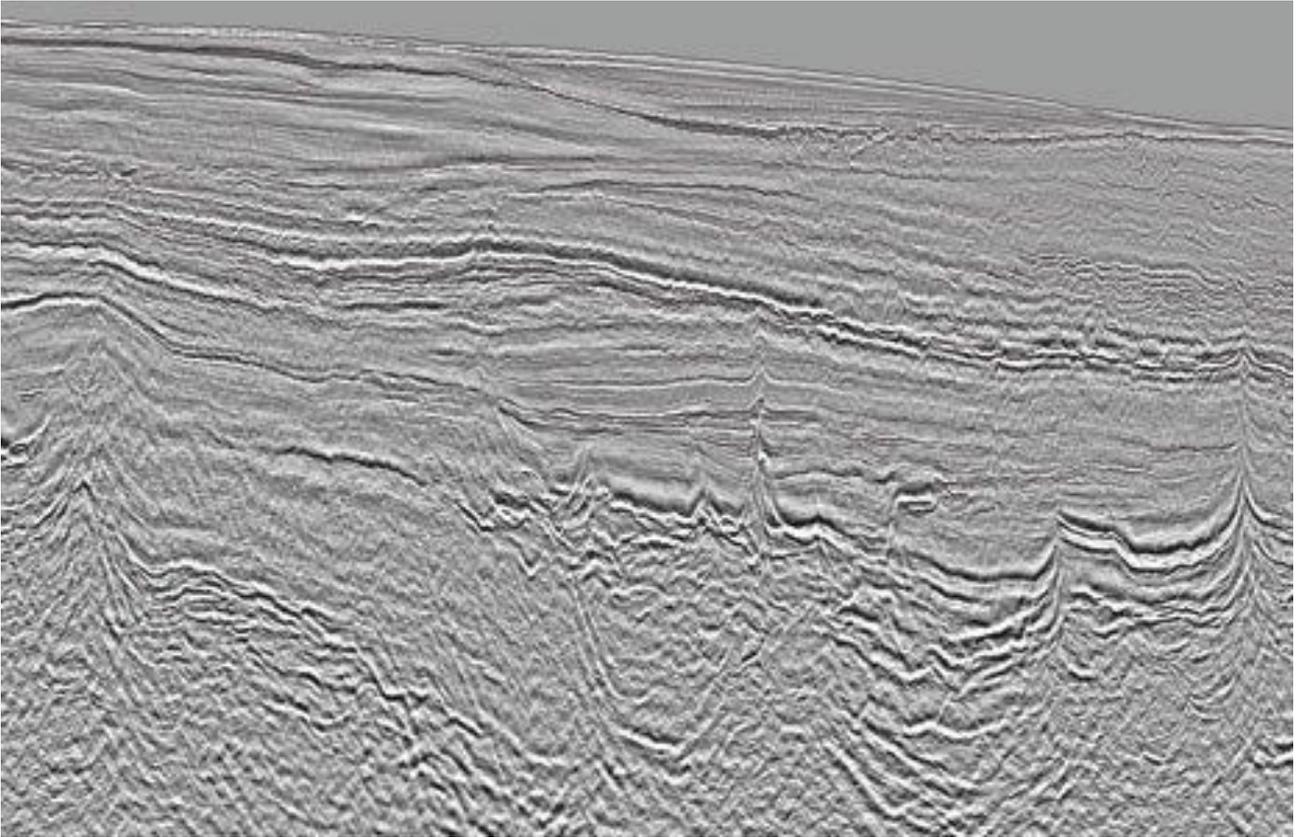


Figura 3.12 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.geoexpro.com)

La scala verticale è data dai tempi di percorso delle onde (dalla superficie al riflettore e dal riflettore al geofono) e non dalla profondità in metri. Di conseguenza, per risalire alla profondità o agli spessori dei diversi corpi litologici individuati, occorre conoscere le relative velocità di propagazione delle onde sismiche. Sebbene esistano dei *range* di valori indicativi per ogni litologia, ogni interpretazione geologica basata sui profili sismici deve essere convalidata dai dati di pozzo.

Le onde provenienti dallo stesso punto in profondità (*Common Depth Point* - CDP) ma registrate da più geofoni disposti simmetricamente rispetto alla sorgente e al punto, hanno, infatti, lo stesso corredo di informazioni pur avendo seguito percorsi caratterizzati da diversi angoli di incidenza. In questo modo i segnali sismici che tornano in superficie verranno sommati tra loro (*stacking*), mentre i segnali provenienti da elementi di disturbo, fuori fase e immediatamente riconoscibili, verranno eliminati. I segnali sismici reali, opportunamente corretti ed elaborati in fase di *processing*, saranno così in grado di riprodurre con un elevato grado di dettaglio le geometrie dell'orizzonte che ha generato la riflessione.

L'acquisizione 3D di tipo convenzionale è usata successivamente alla 2D e viene eseguita in corrispondenza dell'obiettivo di cui s'intende conoscere la geometria. Ai fini pratici di acquisizione, l'indagine geofisica 3D corrisponde ad un'acquisizione di numerose linee 2D poco spaziate l'una con l'altra che successivamente, attraverso sofisticati *software* sono in grado di fornire un modello teorico 3D della struttura interessata (Figura 3.13).

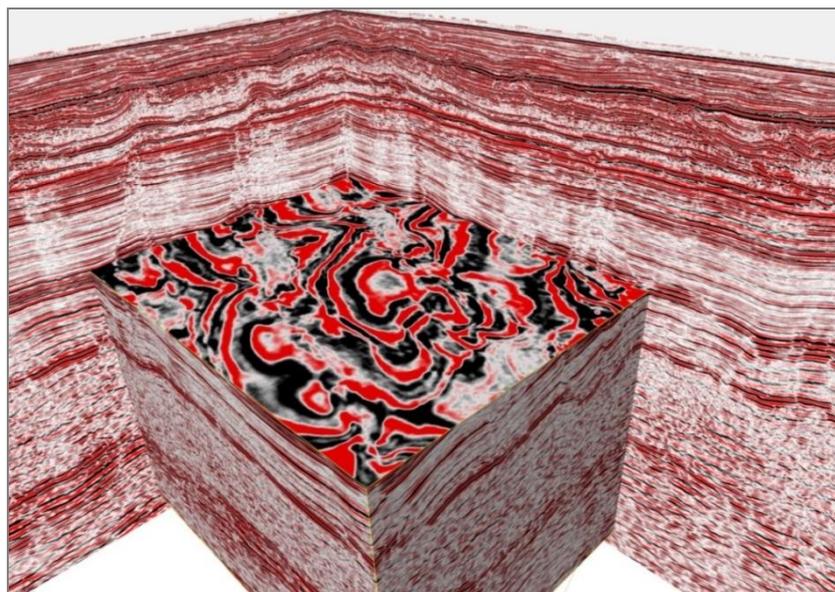


Figura 3.13 – Esempio di modello 3D ottenuto dall’elaborazione di un’acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com)

La lista dei parametri di acquisizione da definire comprende:

1. lunghezza della registrazione = tempo di ascolto del sismografo, sufficiente ad esaurire la ricezione di ogni informazione di interesse;
2. passo di campionamento = tempo di acquisizione di un singolo valore la cui sequenza costituisce la forma d’onda; non deve essere superiore alla metà del periodo della più alta frequenza contenuta nel segnale;
3. distanza fra sorgente e geofono più lontano = determina la profondità esplorata per la quale è ancora possibile una buona analisi delle velocità;
4. distanza fra sorgente e geofono più vicino = non deve essere troppo grande in modo da consentire una buona valutazione degli spessori e delle velocità del primo strato aerato;
5. distanza tra i geofoni = dipende dai parametri precedenti e dal numero di canali disponibili sul sismografo. Quanto più breve è, tanto maggiore è la risoluzione superficiale. La simultaneità di una buona risoluzione superficiale e di una buona penetrazione in profondità, è proporzionale al numero di canali disponibile;
6. filtri analogici = la miglior scelta dei filtri consente l’eliminazione dei rumori e il miglior sfruttamento della dinamica del sismografo. In particolare questo vale per la scelta del filtro passa alto.

Nelle fasi successive all’acquisizione rientrano tutte le procedure atte a migliorare il rapporto segnale/rumore e a perfezionare l’immagine sismica proveniente dalla porzione di sottosuolo indagato. Senza entrare nello specifico di tutte le operazioni (*edit, stacking, filtraggi, migrazioni, deconvoluzioni, correzioni statiche e dinamiche, etc.*), queste vengono comunemente raggruppate sotto il nome di *processing*. Non sempre il profilo sismico finale risulta completamente “ripulito” dalla presenza di segnali anomali, provenienti da corpi o superfici riflettenti che non rispecchiano le strutture realmente presenti, oppure creati da fenomeni di interferenza con onde provenienti da diverse direzioni (onde dirette, riflessioni sulla superficie del mare, etc.), oltre che da un generale rumore di fondo, la cui presenza talvolta dà luogo ad immagini non perfettamente nitide. Esistono, inoltre, dei veri e propri generatori di segnali “falsi”, frequentemente presenti in numerosi profili sismici anche di buona qualità e, fortunatamente, facilmente identificabili, la cui presenza, se riconosciuta, non inficia la validità dell’interpretazione. Tra questi segnali, i principali sono le riflessioni multiple e le iperboli di diffrazione.

3.5 Programma di acquisizione geofisica off-shore

Allo stato attuale non si dispone di tutte le specifiche tecniche dei mezzi che verranno impiegati, in quanto sono da definirsi da parte del trattatista che si occuperà del rilievo geofisico.

In seguito all'ottenimento del permesso di ricerca, infatti, verrà predisposta una gara d'appalto imparziale per determinare la società contraente che effettuerà l'acquisizione geofisica. Il processo è controllato da normative comunitarie, nonché disposizioni aziendali del gruppo Global.

Tuttavia è possibile fornire una descrizione basata su esperienze similari che, seppur indicativa, non si discosterà molto da quella relativa alla campagna in progetto.

3.5.1 Metodi e mezzi impiegati

In una tipica campagna di acquisizione geofisica in mare, il numero complessivo di imbarcazioni necessarie varia da 2 a 3, ognuna avente un compito ben prestabilito:

1. nave sismica di acquisizione (*seismic survey vessel*);
2. barca da supporto (*support vessel*);
3. barca da inseguimento (*chase vessel*).

Se la nave di acquisizione è fondamentale per lo svolgimento delle attività e acquisizione dei dati sismici, le altre imbarcazioni sono dedite al controllo e a supporto delle operazioni logistiche. Talvolta, l'utilizzo della barca da inseguimento non si rende necessario poiché le condizioni logistiche sono tali da non richiederne la presenza sul campo di acquisizione.

All'interno della nave sismica (Figura 3.14) ha sede la sala di controllo e registrazione, in cui sono immagazzinati tutti i dati rilevati dagli idrofoni, dalle bussole magnetiche, dai sistemi di posizionamento. In questa sala vengono anche gestiti gli *air-gun* e tutte le apparecchiature di servizio. A bordo della nave è possibile già fare un'analisi preliminare dei dati acquisiti.



Figura 3.14 – Esempio di nave per acquisizione sismica durante l'acquisizione (fonte: www.gas-naturale.ch/gas-naturale/estrazione)

Le moderne navi per l'acquisizione dei dati sismici sono costruite con lo scopo di avere differenti caratteristiche tra cui gli alloggi per l'equipaggio, gli strumenti, un mini eliporto e scorta di carburanti per garantire autonomia per un lungo periodo al natante. Il capitano è il responsabile della sicurezza a bordo della nave sismica e ha l'ultima parola sulle operazioni e le manovre della medesima.



La nave ospita al suo interno tutte le apparecchiature necessarie per l'esecuzione del rilievo, quali:

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

L'ubicazione dell'area adibita al deposito della strumentazione varia da nave a nave ma normalmente è posta nel centro del natante, qualche volta sotto il ponte principale e a poppa. Essa contiene i principali strumenti per l'acquisizione, registrazione dei dati sismici a mare, il controllo dei cavi sismici e dell'energizzazione della sorgente. Il sistema principale di navigazione è anche collegato a un sistema di posizionamento satellitare, a un sistema radio, a bussole e altre apparecchiature. Vi è inoltre un'area di lavoro per testare o riparare gli strumenti.

La poppa è un'area che ha come scopo la conservazione, il dispiegamento e il recupero della strumentazione posta in mare. I cavi sismici sono conservati in grandi bobine, e quando l'acquisizione sismica comincia, sono dispiegati lungo i lati della nave e poi direttamente trainati dietro la nave. Durante le operazioni di prospezione sismica i cavi sismici sono dispiegati in mare tramite uno scivolo che si trova nella parte posteriore del ponte. Il flusso dell'aria che va dai compressori agli *array* è monitorato dal pannello di controllo che è ospitato in un piccolo spazio di lavoro dove possono essere riparati anche gli *air-gun*. In associazione con i cavi sismici e gli *array* della sorgente c'è l'equipaggiamento per il traino. Questo equipaggiamento è complesso ed è progettato con cura in modo che cavi sismici multipli e gli *array* possano essere posti accuratamente dietro la nave sismica. La manutenzione dell'*air-gun* e dell'equipaggiamento per il traino sono le principali responsabilità dei meccanici che fanno parte dell'equipaggio della nave.

Un'area della nave accoglie i motori e i compressori che forniscono le pressioni richieste (intorno a 2000 psi) agli *array* di *air-gun*. I compressori sono capaci di ricaricare gli *air-gun* rapidamente e in modo continuo, permettendo agli *array* di essere caricati ogni 10-15 secondi circa, mentre l'impulso dura un tempo brevissimo (2 millisecondi). Quest'area è sotto il controllo dei meccanici. Il numero di persone che compongono l'equipaggio di questo tipo di navi può raggiungere le cinquanta unità.

Si ricorda che essendo il contrattista ancora da definirsi, non è possibile fornire una descrizione dettagliata della nave sismica che verrà utilizzata per i rilievi. È possibile comunque fornire una descrizione di massima, le cui caratteristiche principali possono essere limitate entro alcuni intervalli, come descritto in Tabella 3.3.

Caratteristiche della nave sismica		
Contraente		Da definire
Operatore marittimo		Da definire
Armatore		Da definire
Dimensioni nave	Lunghezza (m)	60-100
	Larghezza (m)	15-30
	Stazza (t)	2600-14000 (lorda) 800-4200 (netta)

Tabella 3.3 – Dimensioni medie di una nave sismica



Unitamente alla nave di acquisizione verrà utilizzata una nave da inseguimento, con lo scopo di comunicare con le imbarcazioni che operano nella zona, onde evitare l'interferenza con la nave sismica.

La nave di supporto fornisce un'assistenza aggiuntiva alla nave sismica, tuttavia verrà utilizzata in caso di una campagna di acquisizione 3D, in quanto il suo utilizzo non è previsto per la sola acquisizione 2D.

3.5.2 Parametri di acquisizione

Al momento attuale non è possibile riportare in via del tutto definitiva le caratteristiche degli *air-gun* che verranno utilizzati, a causa del fatto che esse sono tuttora da definirsi da parte del trattatista che si occuperà del rilievo geofisico. Tuttavia è possibile fornire i valori tipici di alcuni *array* ricavati da dati bibliografici precisando che, seppur indicativi, rappresentano le configurazioni più comunemente usate durante campagne di acquisizione geofisiche in condizioni analoghe a quelle di progetto. È opportuno precisare che, prima dell'inizio dei lavori esecutivi, le autorità competenti verranno informate della configurazione finale. Lo schema di un *array* è diretta funzione della profondità del mare, del tipo di strumentazione e della finalità di indagine, pertanto i valori che verranno indicati di seguito hanno un valore puramente indicativo. I parametri operativi di base sono elencati di seguito:

- numero di *air-gun* attivi;
- volume attivo totale (dato dalla somma dei volumi dei singoli *air-gun*);
- pressione di esercizio dell'*air-gun*;
- numero di *sub-array*;
- profondità dell'*array*;
- lunghezza *sub-array*;
- larghezza *array*;
- Lunghezza *streamer*;
- Larghezza *streamer*.

La pressione di esercizio per gli *air-gun* è di 2000 psi. La profondità a cui si trova immerso in acqua l'*array* può variare dai 6 ai 9 metri. La lunghezza e la larghezza del *sub-array* variano rispettivamente tra 14 e 17 metri e tra 13 e 15 metri. In Tabella 3.4 è possibile osservare alcuni esempi di configurazione.

PARAMETRI OPERATIVI	CONFIGURAZIONE ARRAY 1	CONFIGURAZIONE ARRAY 2	CONFIGURAZIONE ARRAY 3
Numero di <i>air-gun</i> attivi	24	24	40
Volume attivo totale (in3)	5085	3147	5000
Pressione di esercizio dell'<i>air-gun</i> (psi)	2000	2000	2000
Numero di <i>sub-array</i>	3	3	4
Profondità dell'<i>array</i> (m)	6-9-6	6-9-6	6
Lunghezza <i>sub-array</i> (m)	14	15	17
Larghezza <i>array</i> (m)	13	13	15
Lunghezza <i>streamer</i> (m)	10300	7500	10050
Profondità <i>streamer</i> (m)	8-35	8-30	5-35

Tabella 3.4 – Esempi di configurazioni possibili di array di *air-gun* con i parametri operativi di base

La scelta della sorgente sismica è studiata per garantire il raggiungimento degli obiettivi attenuando potenziali disturbi alla fauna marina nelle immediate vicinanze della zona di indagine.

La Figura 3.15 mostra un esempio di configurazione per un *array* di 40 *air-gun* divisi in 4 *sub-array*, in una rappresentazione grafica in pianta. In verde sono rappresentati i *cluster* (elementi sorgente che sono

sufficientemente vicini tra loro da agire come sorgente unica) ed in bianco le sorgenti singole. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla.

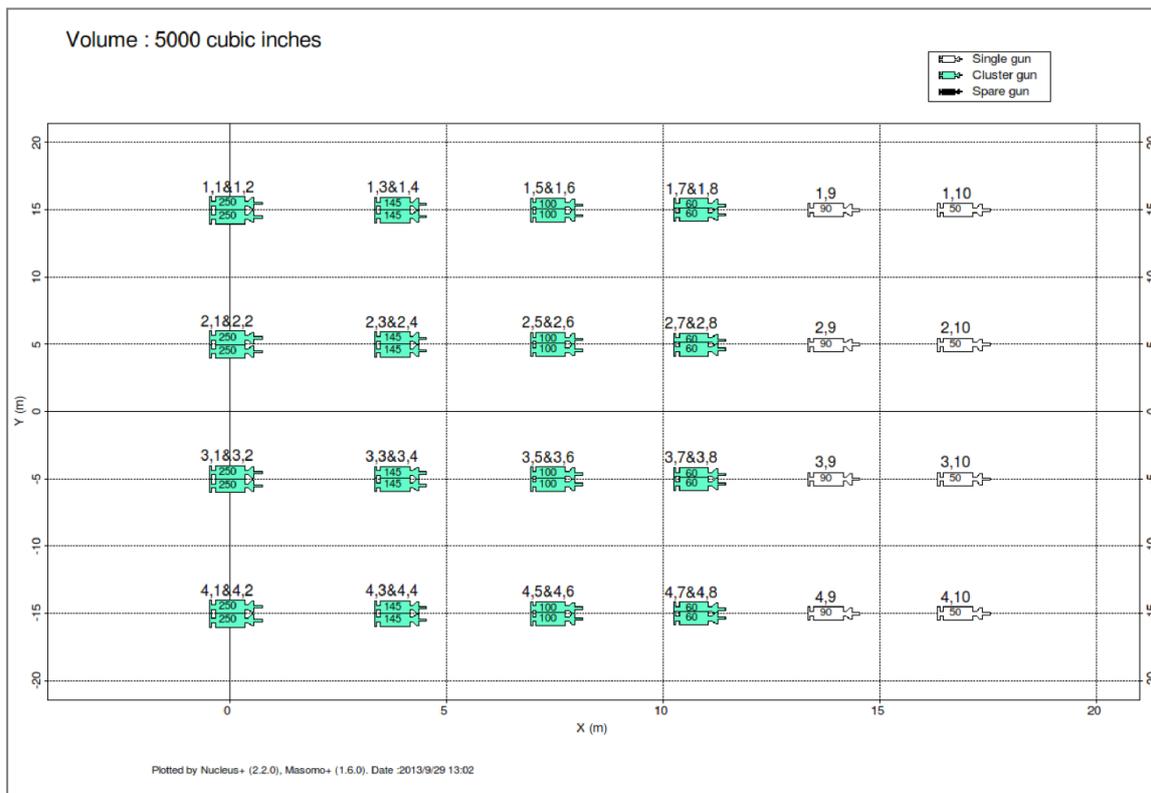


Figura 3.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell'array tipo 3 (in pianta) per un array composto da 40 air-gun. In verde sono rappresentati i cluster (elementi sorgente che sono sufficientemente vicini tra loro da agire come sorgente unica) ed in bianco le sorgenti singole

3.5.3 Prevenzione di rischi e potenziali incidenti

Global MED ha un impegno costante in materia di sicurezza, a partire dalla prevenzione per la salute, sia ambientale e per i lavoratori. L'impegno per il mantenimento e la promozione delle politiche per la sicurezza vengono portate avanti e integrate di continuo, integrando tutti i livelli gestionali durante le operazioni.

La promozione di questo impegno, è fatta a partire da alcune specifiche azioni, cioè:

- la riduzione dell'impatto sull'ambiente e rispetto di tutti i regolamenti in materia ambientale;
- l'obiettivo di evitare qualsiasi danno alle persone, la fauna selvatica, pesci o creature marine;
- le disposizioni di adeguate risorse finanziarie e di personale altamente specificato atto all'aumento degli standard di sicurezza sul lavoro e sicurezza in termini ambientali;
- la riduzione al minimo della produzione di rifiuti ed emissioni attraverso l'uso delle più recenti tecnologie;
- la conduzione di ogni operazione attraverso un assoluto rispetto di tutte le leggi in materia;
- il continuo dialogo con le comunità locali e costante comunicazione trasparente con i funzionari del caso, dipendenti e con il pubblico per quanto riguarda la sicurezza e la salute in termini ambientali;
- la formazione dello staff ed il continuo aggiornamento su termini in materie ambientale.

Al fine dettare le linee guida e gestire le operazioni di emergenza in caso di potenziali incidenti, Global MED ha sviluppato un Piano di Gestione delle Emergenze (vedi Allegato 7) che va a definire nel complesso e nel



modo più dettagliato possibile, le misure di sicurezza che si dovranno adottare prima, durante e dopo il loro verificarsi.

3.5.4 Eventuali opere di ripristino

L'attività in progetto prevede la movimentazione di una nave di acquisizione geofisica che percorre un grigliato specifico emettendo una serie di impulsi, o onde elastiche, la cui propagazione nell'acqua risulta estremamente limitata nel tempo. Tutta la strumentazione tecnica viene trainata dalla nave sismica, la cui occupazione dello specchio d'acqua rappresenta un fattore di impatto e durata limitati, dal momento che al termine delle operazioni la perturbazione della superficie marina cessa completamente. Non è prevista, infatti, la costruzione di opere permanenti o lo stazionamento in mare di qualsiasi attrezzatura o mezzo che potrebbero causare una perturbazione dello stato originale dei luoghi.

Pertanto, per la tipologia di attività proposta e per l'ambiente in cui verrà eseguita, non si riscontra nessuna opera necessaria per il ripristino dell'area interessata dal rilievo.

3.5.5 Durata delle attività

Il rilievo geofisico 2D, che comprende un totale di circa 229 chilometri di linee sismiche, si svolgerà in un arco temporale pari a circa 2,5 giorni. Tali tempistiche comprendono i tempi di fermo tecnico e una previsione di 0,7 giorni di fermata per condizioni meteo-marine avverse.

Come da programma lavori, in base agli esiti del rilievo geofisico 2D si valuterà l'eventualità di effettuare un'ulteriore acquisizione di tipo 3D. Al momento risulta difficile stimare con esattezza la durata totale del rilievo 3D, la quale dipende strettamente dalla stagione in cui verrà effettuata, dalle condizioni meteo riscontrate e dall'estensione areale oggetto del rilievo.

In via cautelativa, per il caso di una successiva acquisizione 3D, è stata fatta una stima temporale pari all'acquisizione di un'area di 748,4 chilometri quadrati, ossia l'intera superficie del permesso di ricerca. La durata dell'attività in questo caso risulterebbe di circa 31,5 giorni, comprensivi di una stima di 10 giorni di fermo tecnico. Tale tempistica è stata stimata considerando l'intera area a disposizione, pertanto il tempo indicato è da considerarsi il massimo possibile. L'eventuale acquisizione 3D potrebbe, invece, concentrarsi solo in aree specifiche del permesso di ricerca d 85 F.R.-GM, andando a ridurre di fatto la durata delle attività.

3.6 Descrizione generale dell'eventuale fase di perforazione

I seguenti paragrafi hanno lo scopo di illustrare e descrivere le dinamiche e le tipologie di operazione da attuare in un'eventuale fase di perforazione, una volta ottenuta la titolarità del permesso di ricerca e solo nel caso in cui gli studi svolti nella fase operativa di ricerca confermassero la presenza di accumuli di idrocarburi economicamente sfruttabili. Questo implica che venga riconosciuta la contemporanea presenza del sistema roccia madre, roccia serbatoio e roccia di copertura e trappola. In questo caso, Global MED, una volta accertata la presenza di tali condizioni procederà alla perforazione di un pozzo esplorativo all'interno dell'area in oggetto la cui profondità finale sarà funzione delle caratteristiche geologiche riscontrate.

Si specifica che l'eventuale fase di perforazione dovrà, in ogni caso, essere sottoposta ad una nuova procedura di valutazione di impatto ambientale (VIA), nonché a specifica autorizzazione da parte del Ministero dello Sviluppo Economico.

L'esigenza di una nuova procedura di VIA per un eventuale pozzo esplorativo è dettata anche dal fatto che non è possibile valutare a priori gli impatti derivanti dalla perforazione, in quanto, allo stato attuale, non è



possibile localizzare puntualmente l'ubicazione del pozzo, né di conseguenza pianificare l'impianto da utilizzare. Infatti, la progettazione dello stesso dipende dall'individuazione nel sottosuolo di un eventuale accumulo di idrocarburi economicamente sfruttabile e dalle condizioni specifiche del sito; ciò è possibile solo in seguito all'interpretazione dei dati acquisiti tramite l'attività di prospezione geofisica.

Pertanto, le attività di perforazione sono strettamente legate ai risultati delle indagini sismiche che verranno ottenuti sia dalla rielaborazione dei dati disponibili che dall'analisi dei dati che verranno acquisiti durante la campagna di rilievo sismico.

Nei prossimi paragrafi verrà descritto in modo del tutto informativo un quadro generale delle operazioni previste durante la perforazione di un pozzo esplorativo.

3.6.1 Tipologia delle piattaforme di perforazione off-shore

L'esplorazione in acque profonde presenta una serie di sfide. Di seguito Global MED vuole fornire una carrellata di quello che le moderne tecnologie nel settore della perforazione *offshore* possono fare. Come è noto, la produzione di petrolio e gas in ambiente *offshore* è più impegnativo se comparato ad installazioni terrestri *onshore*. Negli ultimi anni abbiamo assistito ad una grande innovazione del settore della ricerca petrolifera in mare, con lo sviluppo di nuove tecnologie di perforazione e diversi tipi di piattaforme.

Diversi tipi di piattaforme sono stati sviluppati nella storia della ricerca petrolifera in mare e possono essere per lo più distinti in due grandi categorie, dipendenti dalla profondità del fondale:

- perforazione con impianti appoggiati sul fondo marino;
- perforazione con impianti galleggianti.

Un tipo di piattaforma *offshore* può galleggiare e mediante un sistema di ormeggio viene mantenuta in posizione. Un sistema di piattaforma flottante può avere costi inferiori e operare in acque profonde rappresentando un sistema più versatile di una piattaforma fissa.

La tendenza odierna è quella di condurre perlopiù operazioni di perforazione sottomarina, con attrezzature poste direttamente sul fondale. Installazioni sottomarine permettono la ricerca in fondali sempre più profondi, in zone che erano ritenute inaccessibili.

Tra le piattaforme più in uso si elencano le seguenti tipologie:

- piattaforme fisse, costituite da una struttura in acciaio che sostiene una piattaforma galleggiante. Poiché la piattaforma fissa è ancorata al fondo del mare, risultano molto costose da costruire. Sono di solito impiegate per fondali di profondità inferiore a 150 metri.
- *compliant-tower rig* è un impianto molto simile alla piattaforma fissa. Entrambi sono ancorati al fondo marino. Tuttavia, la *Compliant-Tower* ha una struttura che le permette di operare in fondali con profondità massima di un chilometro.
- *floating Production System* è la piattaforma più comune utilizzata nel Golfo del Messico. Questo impianto è molto versatile. La testa pozzo, a differenza delle altre, si trova sul fondo del mare. Questi impianti possono operare ovunque da 200 a 3.000 metri di profondità.
- piattaforme con gambe in tensione (*Tension leg platforms o TLP*) consistono in un impianto di perforazione galleggiante collegato al fondo marino in maniera da eliminare la maggior parte del movimento verticale. Questi impianti possono operare ovunque da 200 a 1.200 metri di profondità.
- le piattaforme semisommersibili o *semisub*, possono lavorare in fondali molto profondi (anche maggiori di 1000 metri). Sono dotate di grossi scafi sommersi (il cui zavorramento definisce il livello



della piattaforma sul mare). Le piattaforme semisommersibili sono considerate a tutti gli effetti dei natanti, proprio per la loro capacità di galleggiare e navigare abbastanza agevolmente. Questo rende il sistema *Subsea* molto versatile e rappresenta la piattaforma più in uso.

- piattaforme *SPAR* – Il termine *spar* deriva dall'inglese che significa "boa" e indica una tipologia di piattaforma posta in posizione verticale ed ancorata al fondale marino. Le piattaforme tipo *SPAR* sono ormeggiate al fondo marino con un sistema di linee di ancoraggio convenzionale. In media, circa il 90% della struttura della piattaforma *SPAR* è sott'acqua. La maggior parte delle piattaforme *SPAR* vengono utilizzate fino ad una profondità di 1 chilometro, ma le nuove tecnologie possono estendere il loro funzionamento fino a fondali profondi oltre 3.500 metri.

Una piattaforma petrolifera *offshore* rappresenta una piccola comunità. Forniture e rifiuti sono trasportati via nave, mentre il trasporto del personale operante viene solitamente effettuato tramite elicottero.

3.6.2 Progettazione di un pozzo

Utilizzando una serie di tecniche complementari di esplorazione, analisi dei flussi, interpretazione, è possibile individuare i potenziali intervalli produttivi e valutare il rischio per la pianificazione di un programma lavori.

In fase di progettazione vengono considerati tutti i possibili pericoli che potrebbero incombere durante le fasi di perforazione.

Tra i parametri più importanti, la pressione dei pori è determinante per la valutazione del potenziale petrolifero del campo e della qualità della roccia serbatoio. Il volume della roccia serbatoio rappresenta uno strumento di valutazione indispensabile per la progettazione del pozzo. Le fasi di perforazione sono spesso accompagnate da fasi di acquisizione di *log* per condurre al meglio e in tempo reale la perforazione attraverso la tecnica *logging-while-drilling* (LWD). Questo offre la possibilità di aggiornare in continuo le fasi di perforazioni dando modo di regolare i vari parametri di perforazione.

Il poter ricorrere a questo tipo di tecnologie in grado di registrare ad alta risoluzione dati di pozzo permette la correzione della traiettoria dello scalpello andando così a ridurre drasticamente il rischio di crolli o perdita del pozzo.

La chiave per la buona riuscita di un pozzo è la costruzione di un modello 3D in fase di progettazione. Questo modello in fase di perforazione viene continuamente aggiornato fornendo informazioni stratigrafiche, litologiche, geomeccaniche e strutturali.

Grazie all'interpretazione dei dati ed alle continue misurazioni, è possibile prevedere i potenziali rischi associati alla perforazione, come le fuoriuscite di gas in superficie.

La prima diagnosi su possibili problemi in fase di perforazione viene fatta con il tempestivo controllo dei volumi dei fanghi di perforazione in modo da poter agire in tempo su possibili problemi. Questo viene eseguito confrontando i flussi di ritorno misurati e i flussi teorici.

Esistono appropriati strumenti di fondo pozzo progettati per resistere alle condizioni estreme di temperatura/pressione che si incontrano durante le operazioni di perforazione. L'utilizzo di queste misurazioni durante la fase di perforazione *measurements-while-drilling* (MWD) permette di prevedere il rischio di potenziali incidenti.

Una delle fasi cruciali è rappresentata dalla fase dei "test di produzione" i quali forniscono risposte cruciali riguardanti la produttività, le proprietà del fluido, composizione, portata, pressione e temperatura.



Acquisizione di campioni di fluidi rappresentativi e misure di pressione accurate forniscono informazioni necessarie per la progettazione delle infrastrutture.

La preparazione del pozzo a una possibile fase di sviluppo, prevede la progettazione di fluidi/fanghi in grado di resistere a determinate temperature e pressioni.

La comprensione della circolazione del fluido all'interno del serbatoio rappresenta la chiave per progettare al meglio il piano di sviluppo di un giacimento. Questo può essere fatto attraverso uno studio integrato multidisciplinare. Un piano di monitoraggio intelligente permette di intervenire tempestivamente aiutando a prolungare l'attività di estrazione.

3.6.3 Tecniche di prevenzione dei rischi ambientali

Si ricorda che l'eventuale attività di perforazione di un pozzo esplorativo all'interno dell'area in esame è strettamente legata ai risultati ottenuti delle indagini sismiche, oggetto del presente studio ambientale, e dovrà, in ogni caso, essere sottoposta ad una nuova procedura di Valutazione di Impatto Ambientale. Pertanto, in tale sede, verranno analizzati in dettaglio i rischi ambientali inerenti le attività di perforazione e le opportune mitigazioni da attuare.

Al fine di salvaguardare l'ambiente circostante da tutti quegli eventi incidentali che potrebbero perturbare il suo naturale stato, verranno messe in atto, durante la fase di allestimento della postazione, una serie di misure preventive attraverso l'utilizzo di dispositivi, in modo da ridurre al minimo i rischi connessi alle attività di perforazione ed operare in piena sicurezza.



4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Piano di monitoraggio ambientale

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. come “descrizione delle misure previste per il monitoraggio” facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute all’interno del presente elaborato.

La sezione seguente è stata elaborata sulla base delle linee guida per la disposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale, emanate dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con la collaborazione dell’ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Il monitoraggio e la programmazione delle componenti ambientali sono riassunti nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), nel quale vengono indicati ed individuati gli impatti significativi che potrebbero essere generati dall’attuazione dell’opera in progetto.

Per ciascuna componente ambientale vengono identificate e delimitate le aree di indagine, corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dall’esercizio dell’opera.

Nel paragrafo 3.3 è stato descritto dettagliatamente il programma lavori; in esso, l’unica fase che verrà eseguita durante l’attività in progetto con un potenziale impattante risulta essere la movimentazione della nave di acquisizione geofisica che seguirà il tracciato di un grigliato definito. Da questa nave verranno emessi una serie di impulsi, onde elastiche, che avranno una limitata propagazione nell’acqua, estremamente ridotta nel tempo.

Come già menzionato, la nave seguirà una rotta definita da un grigliato di linee sismiche prestabilito all’interno dell’area oggetto di indagine geofisica, occupando e perturbando per un tempo limitato lo specchio d’acqua definito. Al termine dell’attività di indagine la perturbazione della superficie marina cessa completamente.

La durata dei lavori per l’esecuzione dell’indagine geofisica in progetto si stima essere di circa 2,5 giorni per l’acquisizione 2D ed eventuali 31,5 giorni (comprensivi di 10 giorni di fermo tecnico) per un’ulteriore acquisizione di dati 3D.

Nel progetto non è prevista la realizzazione di alcuna opera permanente, né a mare né a terra. Le attività in progetto saranno, infatti, di breve durata e totalmente reversibili.

La strumentazione tecnica utilizzata per la fase di indagine geofisica verrà trainata dalla nave di acquisizione e si manterrà in sospensione nell’acqua ad una profondità costante, compresa in un intervallo di poche decine di metri dal livello del mare, non entrando in contatto col fondo marino. E’ opportuno precisare che l’attività di acquisizione geofisica non genera/provoca alcuna variazione delle caratteristiche chimico-fisiche e/o eco-tossicologiche della colonna d’acqua o dei sedimenti marini presenti sul fondale.

Data l’assenza di opere a mare, per il ripristino dell’area interessata dal rilievo non è necessaria nessuna opera, in quanto una volta terminata la fase di acquisizione dei dati geofisici, tutte le apparecchiature utilizzate saranno issate a bordo e trasportate a terra, liberando lo specchio d’acqua temporaneamente interdetto alla navigazione.



Nel capitolo 5 di questo lavoro sono stati analizzati e valutati tutti gli impatti sulle componenti ambientali previsti per il tipo di attività in progetto. Non sono stati tuttavia evidenziati impatti significativi generati dall'attività in progetto nel tratto di mare considerato.

Pertanto, per la tipologia di attività proposta e l'ambiente in cui verrà eseguita, la temporaneità delle attività, le modalità operative e le mitigazioni che verranno attuate, non si prevede uno specifico PMA necessario per la definizione dello stato di qualità delle matrici ambientali interessate dal rilievo geofisico in progetto.

Tuttavia, secondo le considerazioni che emergono in questo studio, la componente più sensibile ad un eventuale, seppur limitato, impatto di tipo acustico è rappresentata dalla cetofauna eventualmente presente nell'area.

Per minimizzare tale impatto, durante l'esecuzione delle attività di prospezione in progetto e per tutelare la cetofauna eventualmente presente nelle vicinanze della nave di acquisizione, sono stati previsti dei monitoraggi continui attraverso una strumentazione in dotazione sulla nave di acquisizione geofisica, ossia un PAM (sistema di monitoraggio acustico passivo). Questo sistema di monitoraggio è gestito da un operatore esperto, addestrato per rilevare le vocalizzazioni dei Cetacei eventualmente presenti nell'area.

La tecnologia PAM è un sistema composto da idrofoni che vengono posizionati nella colonna d'acqua, attraverso i quali i suoni vengono registrati e processati utilizzando un apposito *software* per l'identificazione dei vocalizzi dei cetacei. L'operatore visualizza in simultanea con l'auricolare e un'interfaccia grafica i segnali in entrata per ascoltare le vocalizzazioni. Nel caso in cui si dovesse riscontrare l'eventuale rilevamento di mammiferi marini all'interno della zona di esplorazione, l'operatore è incaricato di avvisare tempestivamente l'equipaggio della nave di acquisizione che provvederà ad interrompere immediatamente l'energizzazione.

Unitamente al PAM, per l'avvistamento di mammiferi marini e altre specie sensibili, verrà impiegato anche personale esperto e qualificato MMO (*Marine Mammals Observer*), questo permette il controllo visivo diretto dell'area, in ogni momento. In caso gli addetti all'avvistamento accertino la presenza di cetacei o mammiferi marini sensibili, l'attività verrà posticipata fino a venti minuti dall'allontanamento degli animali (ultimo avvistamento). Successivamente all'avvistamento di ogni cetaceo, gli addetti incaricati saranno tenuti a compilare un rapporto (*post-survey report*) che rimarrà a disposizione degli organismi competenti, quali il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e l'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare). Nel rapporto verranno riportati i seguenti dati: data e localizzazione dell'avvistamento, tipologia e metodi di utilizzo degli *air-gun* impiegati, numero e tipo di imbarcazioni impiegate, registrazione di utilizzo dell'*air-gun* (inclusi il numero di *soft start* e le osservazioni prima dell'inizio delle operazioni di rilievo), numero di mammiferi avvistati (dettagliando l'osservazione con l'utilizzo di schede standard) e note di ogni osservatore presente a bordo.

L'attività non prevede la costruzione di opere permanenti o lo stazionamento in mare di qualsiasi attrezzatura o mezzo che potrebbero causare una perturbazione dello stato originale dei luoghi. Le eventuali interferenze generate nel corso delle attività, descritte puntualmente nel capitolo 5 della presente relazione, saranno di lieve entità, di breve durata, mitigate e non determineranno impatti significativi né permanenti sull'ambiente marino.

Pertanto, non si ritiene significativo eseguire una campagna di monitoraggio ambientale alla fine delle attività di acquisizione geofisica, in quanto al termine di tali attività la perturbazione della superficie marina cessa completamente.

4.2 Suolo e sottosuolo

L'area interessata dall'istanza di permesso di ricerca si colloca nel Mar Ionio, nell'*offshore* delle coste calabresi (Figura 4.1).

Questo settore del Mediterraneo centrale è circondato da catene montuose che rappresentano il limite Africa-Europa; si ergono infatti gli Appennini a ovest, le Alpi Meridionali a nord e la catena Dinarico-Ellenica a est, mentre verso sud invece si colloca il Bacino Ionico.

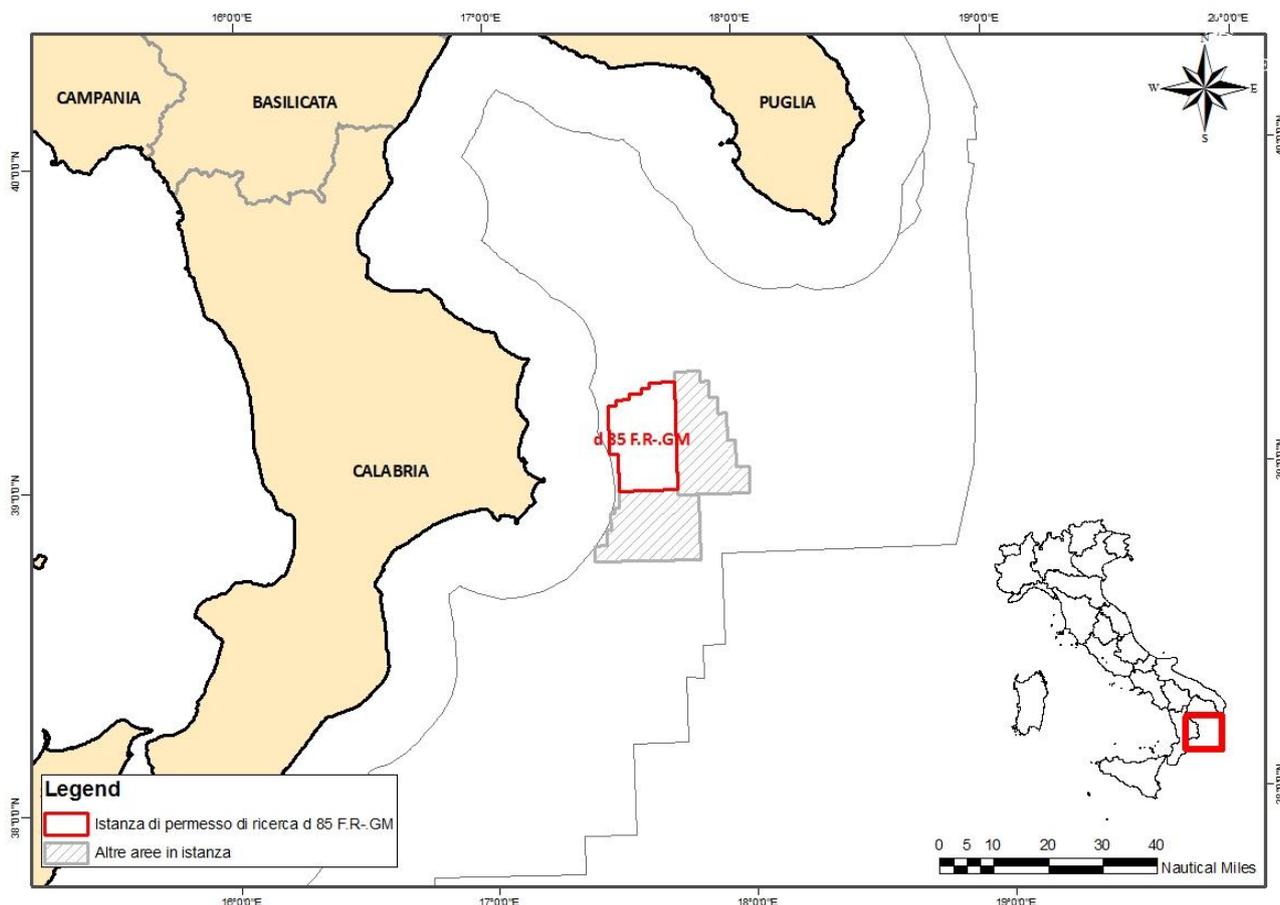


Figura 4.1 – Localizzazione dell'area in istanza di permesso di ricerca, indicata dal poligono rosso

4.2.1 Caratteristiche geomorfologiche e batimetriche

L'area in istanza di permesso di ricerca è ubicata all'interno della zona marina "F" nel Mar Ionio e si estende per una superficie di 748,4 chilometri quadrati.

Il vertice più a nord dell'area dista 23 miglia nautiche da Cirò Marina, mentre il vertice sud-occidentale, che corrisponde al punto più vicino alle coste calabresi, dista poco meno di 13 miglia marine da Capo Colonna.

Dal punto di vista batimetrico, l'area in oggetto si colloca nel bacino di Crotona e mostra delle profondità moderate, che vanno dai 1000 ai 1800 metri. Si osserva un incremento della profondità da ovest verso est; nel dettaglio, si passa da profondità di -1000 metri nella porzione occidentale dell'area fino a raggiungere quote di -1800 metri nella parte nord orientale e di -1700 metri nel settore sud-orientale del blocco (Figura 4.2).

Morfologicamente ne deriva che l'area a batimetria minore si colloca nel settore in cui la migrazione verso est del cuneo di accrezione appenninico è caratterizzato da una "triangle zone" e da deposizione sin-piegamento. La linea sismica M5 (Figura 4.3), passante per la direzione SW-NE dell'area in istanza, va a

sottolineare quanto descritto. Nella sezione si osserva la complessa struttura nel sottosuolo e la relativamente semplice morfologia del fondale marino.

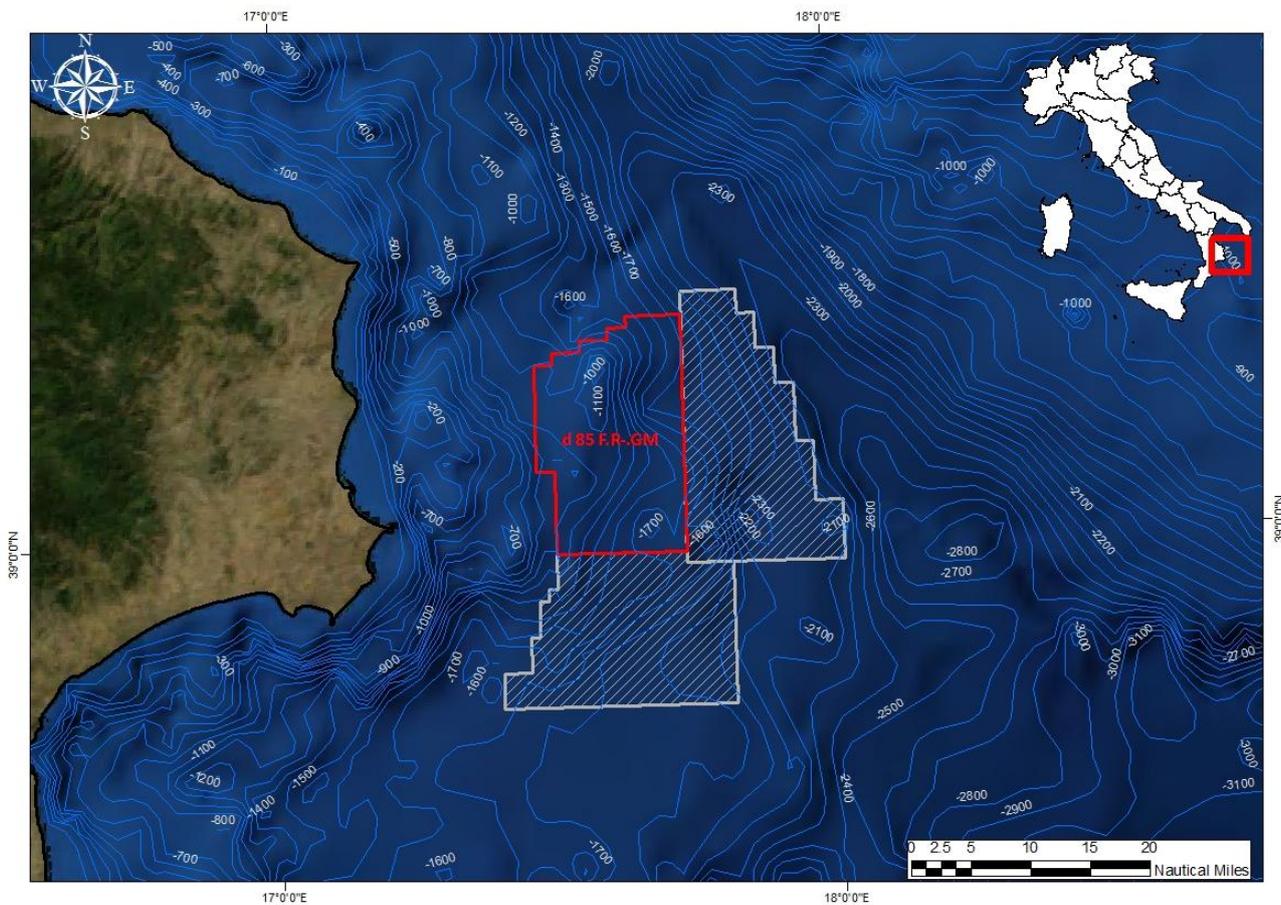


Figura 4.2 - Ubicazione dell'area in istanza (poligono in rosso) con indicazione della batimetria

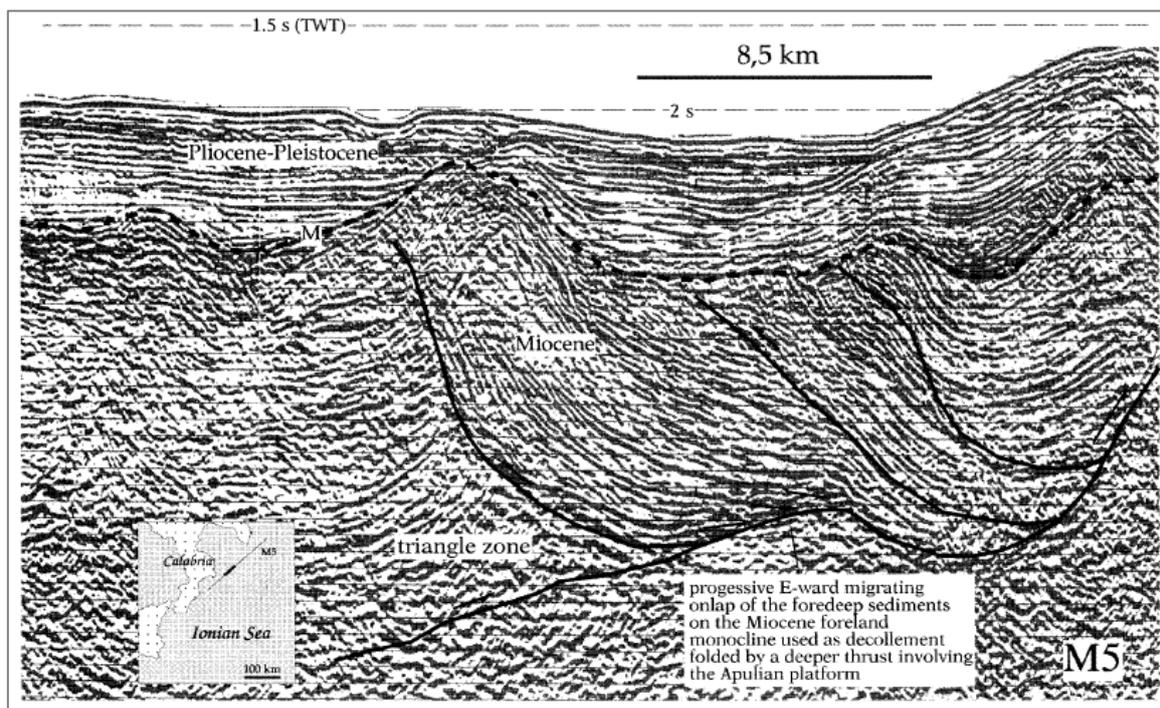


Figura 4.3 – Linea sismica M5 in corrispondenza dell'area in istanza, avente direzione NE-SW (fonte: Merlini et al., 2000)

4.2.2 Inquadramento geologico regionale

Dal punto di vista dell'inquadramento geologico-regionale, l'area in istanza di permesso di ricerca ricade nella porzione centrale della Catena Appenninica meridionale. Il dominio appenninico è caratterizzato da un sistema di faglie e sovrascorrimenti che si è generato dall'interazione di sedimenti appartenenti sia a domini di placca continentale europea sia a quelli africani. L'attuale assetto geologico-strutturale rappresenta il risultato dell'orogenesi del Mediterraneo avvenuta durante la collisione continentale del Neogene – Quaternario tra l'Africa con la placca Adria o promontorio Apulo e la placca Europea (Viti et al., 2011). Il promontorio Apulo viene considerato a volte come una microplacca che ha un ruolo importante nell'evoluzione generale del mar Mediterraneo (Channell et al., 1979).

La complessità della storia evolutiva dell'area mediterranea è stata influenzata principalmente dalla fase di *rifting* avvenuta dopo l'orogenesi Varisca. Durante il Mesozoico è possibile osservare lo sviluppo di estese piattaforme carbonatiche diffuse nelle aree oceaniche della Tetide e lungo i margini continentali passivi. Durante il tardo Mesozoico (Cretacico), l'allora regime estensionale subì un'inversione tettonica, con il conseguente sviluppo di margini continentali e la formazione di diverse zone di subduzione (Figura 4.4). L'instaurarsi del regime compressivo condusse alla chiusura ed alla consunzione della litosfera oceanica della Tetide ed alla conseguente collisione dei margini continentali (Carminati e Doglioni, 2004).

La composizione eterogenea della crosta continentale e quella oceanica, la densità e lo spessore ereditato dal *rifting* Mesozoico, sono i fattori principali che controllano la posizione, la distribuzione e l'evoluzione delle attuali zone di subduzione.

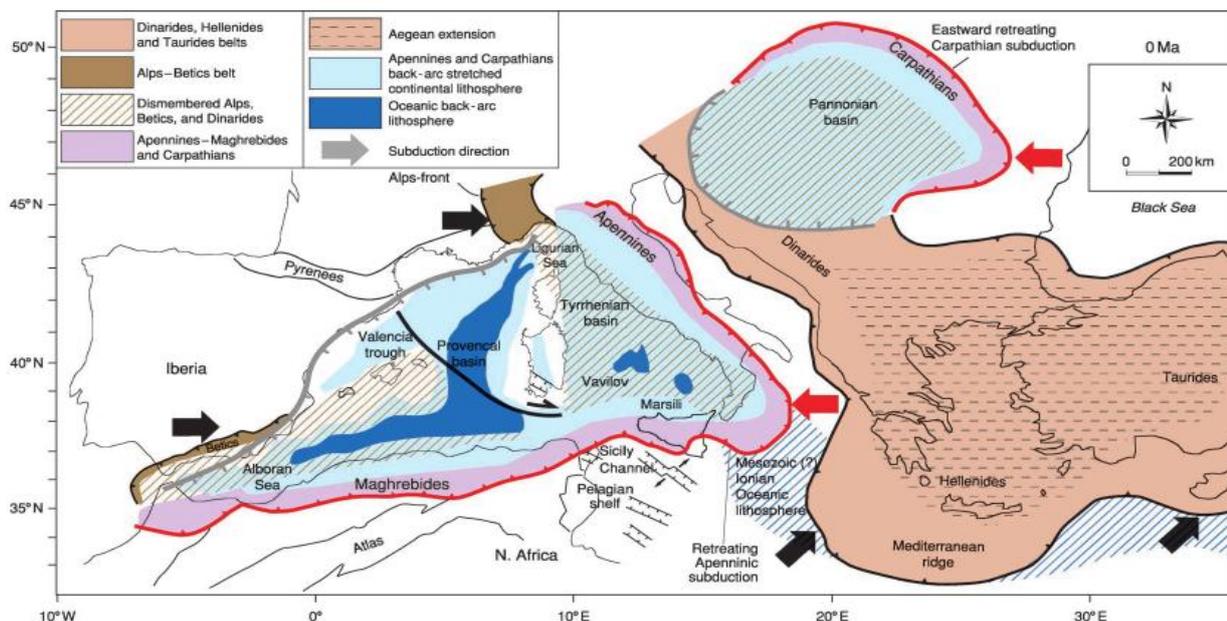


Figura 4.4 – Quadro geodinamico attuale. Si possono osservare quattro zone di subduzione: zona Appennino-Maghrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-Greco-Taurica direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)

Il bacino del Mediterraneo è stato considerato e continua ad essere un collettore di sedimenti provenienti dall'erosione dei continenti e degli orogeni prossimi al bacino. Oltre ad essere un raccogliatore di sedimenti, è stato un bacino evaporitico, che durante il Messiniano si prosciugò più volte, provocando un aumento della salinità e conseguente deposizione di sequenze evaporitiche.

Il moto relativo tra l'Africa e l'Europa a partire dal Neogene è ancora in discussione, ma la maggior parte delle ricostruzioni mostrano direzioni di movimento relativo tra il nord-ovest e nord-est. Dati spaziali

geodetici confermano questi movimenti, in cui la placca Africana ha una componente N-S di relativa convergenza verso la placca Europea di circa 5 millimetri all'anno (dati dalle banche dati NASA relativi ai recenti movimenti globali della placche tettoniche dal sito sideshow.jpl.nasa.gov:80/mbh/series.html). L'attuale campo di stress è principalmente legato alla rotazione in senso antiorario dell'Italia, che si sta chiudendo nel mar Adriatico tra l'Appennino e la catena delle Dinaridi. Questa convergenza è evidente dai vettori GPS (Devoti et al., 2008) e anche dai meccanismi focali dei terremoti (Herak et al., 1995; Herak et al., 2005). I vari terremoti dell'area centro-mediterranea presentano per lo più un campo di sollecitazione orientato NE-SW (Herak et al., 2005).

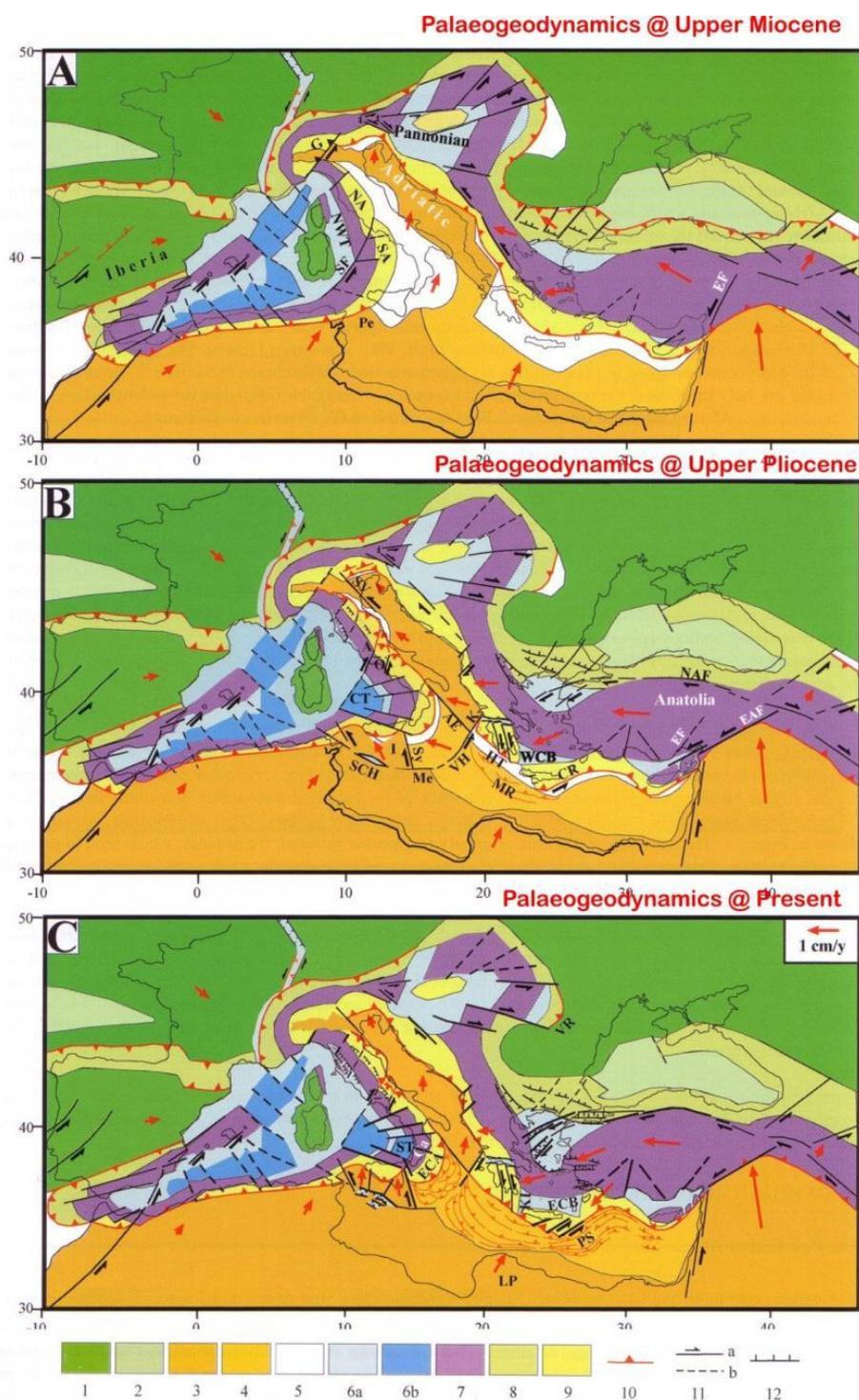


Figura 4.5 – Evoluzione paleodinamica dell'area mediterranea dal Miocene superiore al presente (fonte: Mantovani, 2005, in: Finetti, 2005)

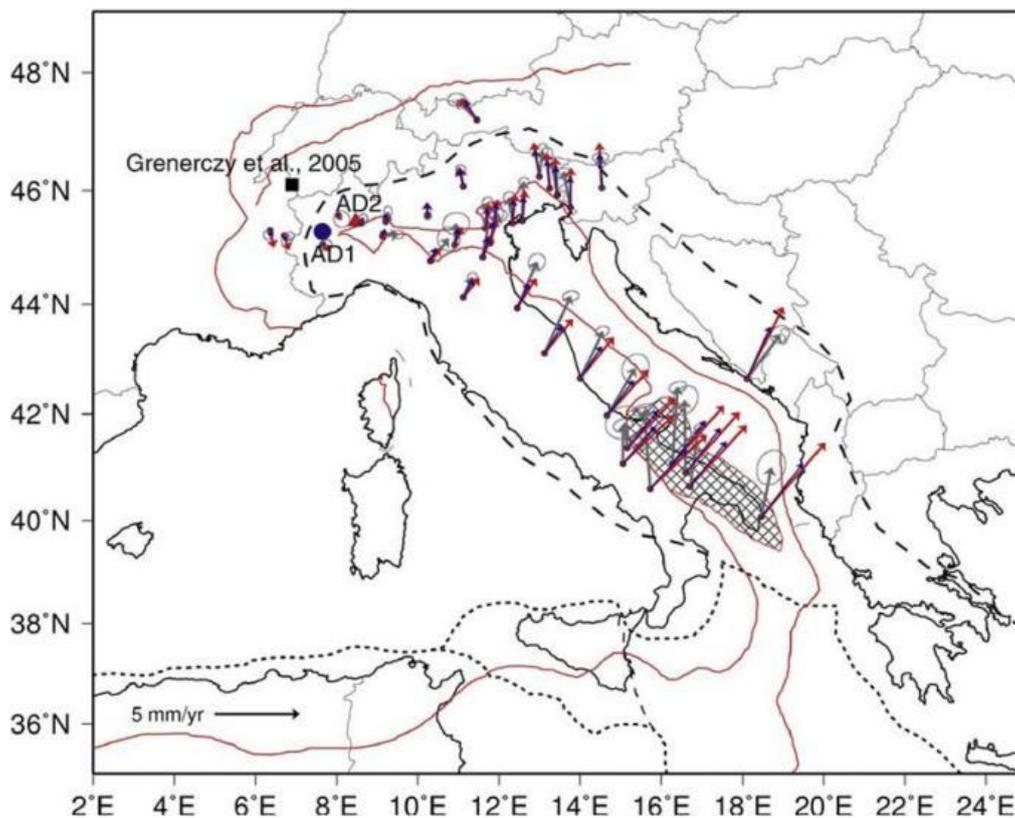


Figura 4.6 – Vettori GPS che mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)

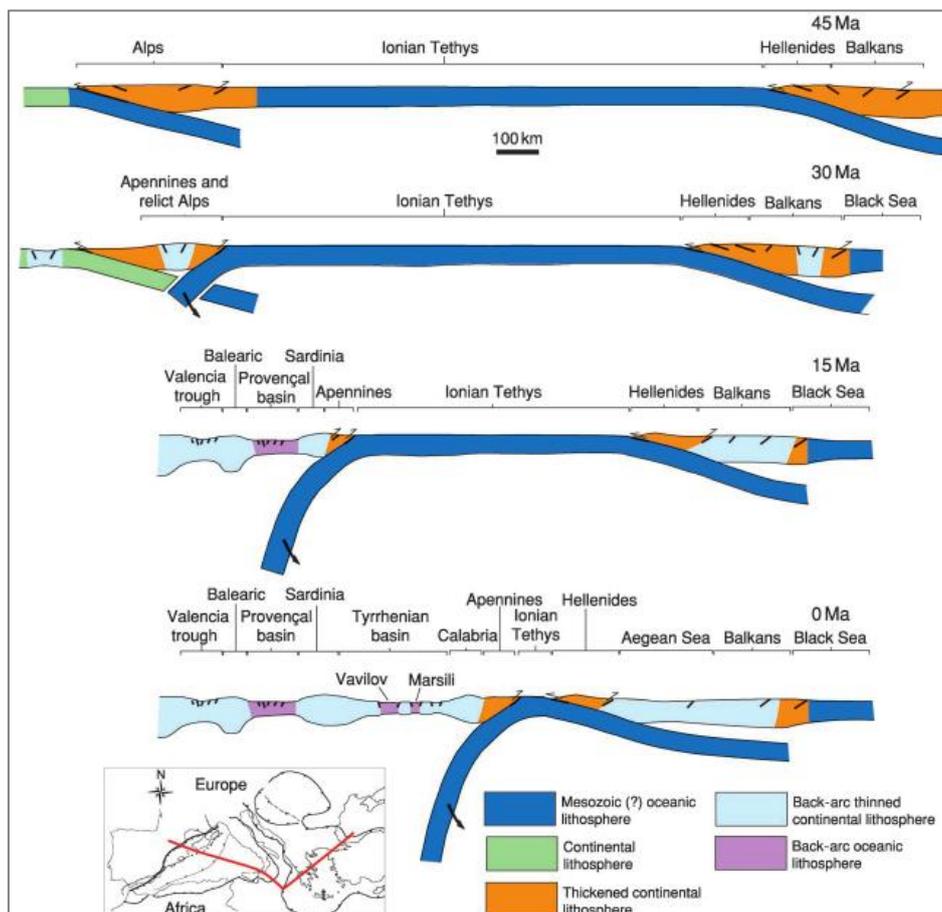


Figura 4.7 – Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni di anni: subduzione Alpina, subduzione Appenninica e subduzione Dinarica-Ellenide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)



Il bacino del Mediterraneo può essere diviso in tre sottobacini: Occidentale, Centrale e Orientale. Il Mediterraneo Occidentale è il più giovane, con meno di 30 Milioni di anni, mentre l'area Centrale e Orientale rappresentano i relitti dell'antico oceano Mesozoico-Cenozoico della Tetide.

Diverse anomalie gravimetriche sono state registrate in tutta l'area mediterranea con picchi positivi nelle aree più profonde (il bacino Provenzale, mar Tirreno e Ionio), dovute al sollevamento del Mantello in seguito a fasi estensionali, mentre anomalie negative risultano presenti lungo le zone di subduzione (Carminati e Doglioni, 2004).

4.2.3 Panorama geologico locale

Il sistema Arco Calabro-Peloritano rappresenta un segmento di catena fortemente arcuato della fascia orogenica perimediterranea posto tra la catena appenninica (NW-SE) e la catena siciliano-maghrebide ad andamento E-W. Tale struttura rappresenta un elemento di discontinuità nello sviluppo, da nord a sud, della Catena Appennino-Maghrebide (Figura 4.10).

La "Linea di Sangineto" rappresenta il limite settentrionale dell'Arco Calabro-Peloritano. Questo lineamento non è costituito da una linea di demarcazione ben definita e si colloca in prossimità del confine tra Calabria e Basilicata (con orientamento grossomodo NE-SW). Esso ha rivestito un ruolo centrale nella costruzione della catenafin dal Miocene inferiore (Amodio Morelli et al., 1976). La natura di tale faglia è stata interpretata come trascorrente sinistra da molti autori, sulla base di considerazioni geodinamiche generali legate alla traslazione verso est dei terreni cristallini dell'Arco, anche se Ghisetti e Vezzani (1983) riportano movimenti trascorrenti destri.

La "Linea di Taormina", invece, rappresenta il limite meridionale di questa struttura e mostra, in Sicilia, le unità dell'Arco Calabro sovrascorse lungo una direttrice orientata NW-SE sulle unità Sicilidi. Tale elemento strutturale viene interpretato come faglia trascorrente destra che rappresenta un'antica "cicatrice" non più attiva durante le fasi tettoniche plio-pleistoceniche (Amodio Morelli et al., 1976).

La "linea di Sangineto" e la "linea di Taormina" rappresentano lineamenti tettonici a carattere regionale che separano i domini prevalentemente carbonatici da quelli metamorfici. Dal un punto di vista litologico, l'Arco Calabro è prevalentemente costituito da rocce metamorfiche alpine ed erciniche, denominate Complesso del Basamento Calabrese. Al di sotto di queste unità sono presenti unità carbonatiche Mesozoiche che compaiono in piccole finestre tettoniche. I contatti tra le unità di basamento sono caratterizzati da sovrascorrimenti con superfici a basso angolo, successivamente ripresi da sistemi di faglie ad alto angolo.

L'arco Calabro-Peloritano viene tuttavia interpretato come un frammento di crosta continentale appartenente alla catena Alpina, costituito da una serie di coltri cristalline d'età paleozoica accavallate sia su unità oceaniche mesozoiche sia su unità terrigene e carbonatiche dell'Appennino meridionale.

Il settore di avampaese che borda la catena comprende il blocco Apulo a nord, che fa parte della placca Adriatica, ed il Blocco Ibleo a sud, che è a sua volta un promontorio della placca Africana. Tra questi due domini, è presente il Bacino Ionico, che è stato probabilmente generato a causa di processi di oceanizzazione o *rifting* durante il Giurassico e successivamente è stato subdotto al disotto dell'Arco. Le aree di retroarco sono rappresentate dal bacino occidentale del Mediterraneo, sviluppatosi nell'Oligocene-Miocene inferiore e dal bacino Tirrenico, formatosi durante il Miocene medio-Pleistocene. Caratteristiche dell'attuale zona di retroarco sono la frequente presenza di terremoti profondi, relativi alla subduzione che genera l'arco vulcanico attivo delle Isole Eolie e di un elevato flusso di calore, che indica una piena attività della subduzione.

L'evoluzione di questo settore del Mediterraneo centrale è caratterizzata dalla migrazione dell'Arco Calabro verso i quadranti sud-orientali a partire dall'Eocene, con il sovrascorrimento sul margine settentrionale della placca Africana e sui suoi promontori più o meno indipendenti.

Sono presenti sequenze terrigene eoceniche, oligoceniche e del Miocene inferiore in forma di scaglie tettoniche lungo le fasce di sovrascorrimento comprese tra queste unità di basamento e come cunei tettonici lungo le principali zone di faglia ad alto angolo. Numerose sequenze sedimentarie tardo neogeniche coprono queste unità di basamento con numerose discordanze angolari di età varia. Tutte queste unità sono dissecate da un complesso sistema di faglie ad alto angolo, che possono essere raggruppate in vari set, in parte collegati a sistemi tettonici trascorrenti. La natura di questi sistemi di faglie ha agevolato lo sviluppo dei sovrascorrimenti localizzati tra le unità sedimentarie neogeniche e le rocce di basamento, sia con strutture a fiore positive che con sovrascorrimenti a basso angolo.

Dal punto di vista strutturale può essere accettato lo schema secondo cui la struttura geologica Calabro-Peloritana risulta caratterizzata da un complesso di sovrascorrimenti a basso angolo, attraversato da faglie ad alto angolo ad andamento obliquo.

La storia evolutiva dell'Arco Calabro vede durante il Triassico-Giurassico-Cretacico l'apertura della Mesogea o Neotetide, con la creazione di aree bacinali profonde che separano differenti piattaforme carbonatiche. Da nord-ovest a sud-est, i vari domini sono rappresentati da: placca Europa, bacino Ligure-Piemontese, Placca Appenninica (piattaforma o bacini intrapiattaforma), Bacino Lagonegrese, Placca Adriatica in dominio di piattaforma (ad esempio il blocco Apulo) e settori bacinali intrapiattaforma, per poi andare in aree bacinali come il Bacino Ionico-Blocco Ibleo.

Durante il Tardo Cretaceo-Paleogene (Figura 4.8) si assiste alla progressiva chiusura di parti del dominio di Mesogea (deformazione Alpina), che termina con la fase deformativa Alpina tardo eocenica.

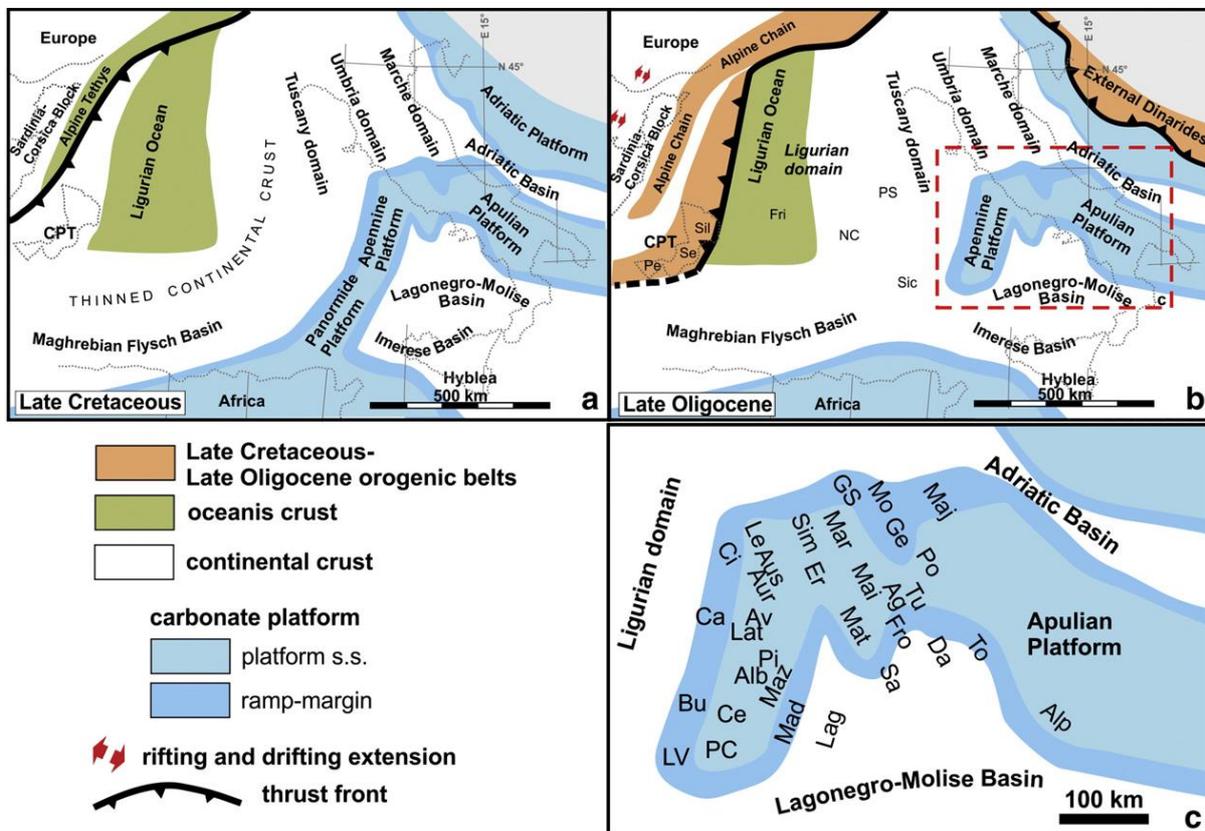


Figura 4.8 – Ricostruzione paleogeografica del Mediterraneo centro-occidentale; CPT – Arco Calabro-Peloritano (fonte: Handy et al., 2010; Michard et al., 2002; Patacca e Scandone, 2007 modificato da Vitale, 2013)

Tra l'Oligocene e il Miocene inferiore (Figura 4.9) ha inizio la deriva delle microplacche di Corsica e Sardegna verso sud-est che provoca l'apertura dei bacini di retroarco del Mediterraneo Occidentale, mentre termina la subduzione dei resti di crosta oceanica di Mesogea al di sotto della Placca Europea.

La stessa deriva continua poi per il Miocene medio fino all'attuale deriva intermittente dell'Arco Calabro verso i quadranti sud-orientali, con l'apertura del bacino di retroarco del Tirreno.

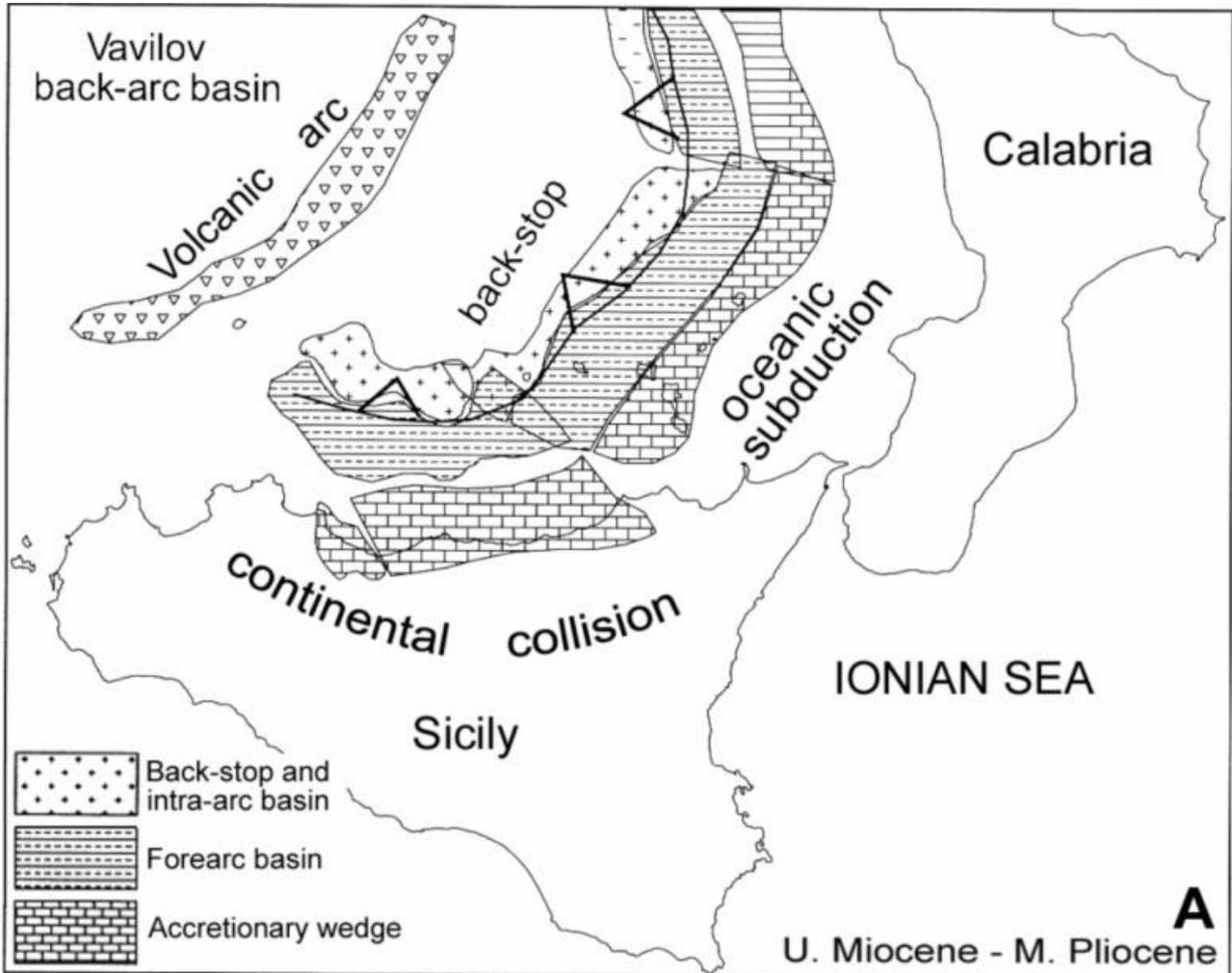


Figura 4.9 – Evoluzione paleogeografica del sistema arco Calabro-Peloritano nel Miocene superiore - Pliocene Medio (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)

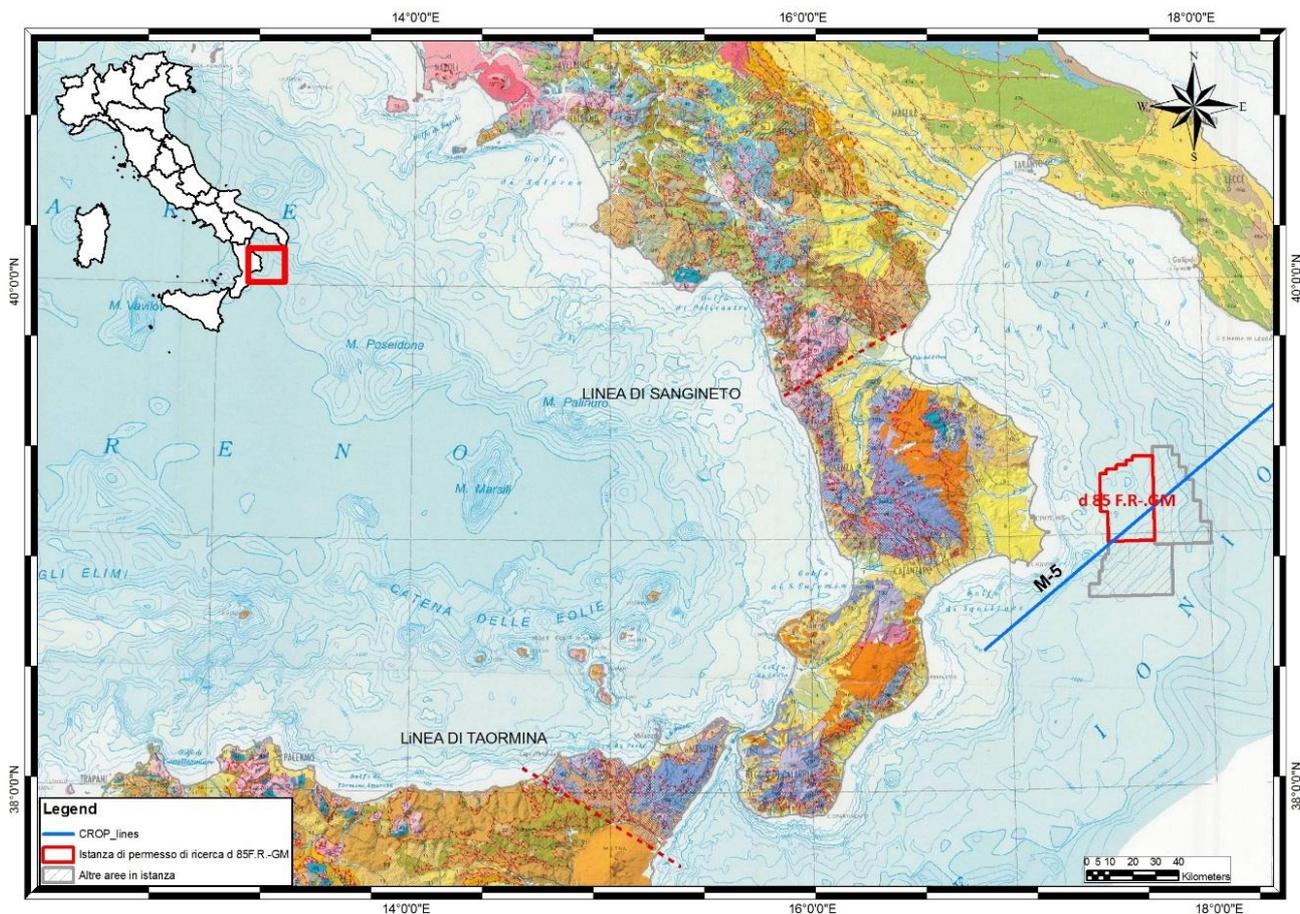


Figura 4.10 – Particolare della Carta geologica d’Italia nell’area dell’Arco Calabro-Peloritano. È possibile osservare come le unità del Complesso delle Calabridi (in blu) siano delimitate a nord dalla “linea di Sangineto” e a sud dalla “linea di Taormina”. Mappa modificata con inserimento dell’area in istanza (in rosso), le altre aree in istanza Global MED (in grigio) e la linea sismica CROP M-5 (in blu)

Durante il Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (Figura 4.11), mentre strutture contrazionali continuano a formarsi al fronte e lungo l’asse della catena, e al retro di essa si apre il bacino Tirrenico, i settori interni dell’Arco Calabro-Peloritano collassano a causa dell’attivazione di faglie normali con direzioni sia longitudinali che trasversali rispetto all’arco, il quale viene frammentato in alti strutturali e bacini sedimentari (Ghisetti, 1979; Monaco et al., 1996; Catalano et al., 1996; Lentini et al., 1994). Le stesse faglie longitudinali generano i bacini del Mesima e di Gioia Tauro in Calabria sud-orientale, quello di Barcellona in Sicilia nord-orientale e quello dello Stretto di Messina tra la Calabria e la Sicilia. In particolare, le faglie bordiere del bacino dello Stretto di Messina mostrano chiara evidenza di attività sin-sedimentaria durante la deposizione marina plio-pleistocenica (Monaco et al., 1996).

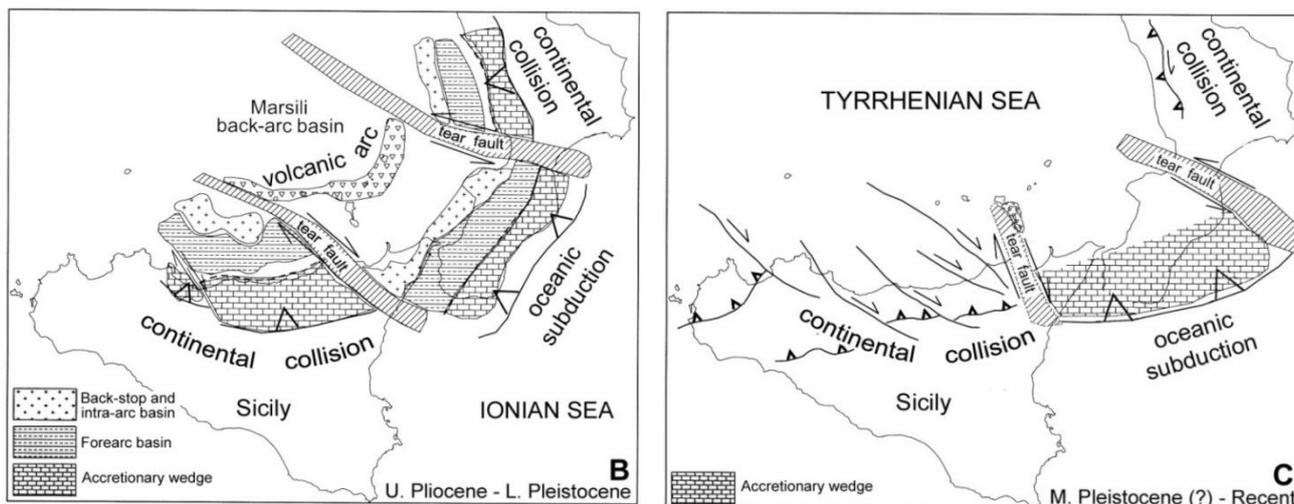


Figura 4.11 – Ricostruzione Paleogeografica del sistema di avan-arco. (B) Rollback della crosta continentale Africana che causa il collasso del margine Tirrenico verso nord e l'accavallamento della crosta Africana. L'arretramento della linea di subduzione provoca la segmentazione del sistema di avanfossa, guidato da faglie di trasferimento. (C) A partire dal Pleistocene medio, si registra l'attivazione del sistema di faglie Ganzirri-Scilla (ENE-WSW) (Guarnieri e Carbone, 2003). Evoluzione paleogeografica dal tardo Tortoniano al presente (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)

Nell'Arco Calabro-Peloritano, il forte sollevamento tardo-quadernario ha accompagnato un'importante variazione nel regime tettonico correlata con l'arresto o rallentamento del processo di subduzione dello Ionio sotto il dominio Tirrenico. Questo processo ha probabilmente innescato anche la formazione, a partire dal Pleistocene medio, di un *rifting* incipiente dalla costa ionica della Sicilia al settore tirrenico della Calabria, attraverso lo Stretto di Messina. La zona in estensione è costituita da numerosi segmenti di faglia normale ed è marcata da vulcanismo attivo e da forte sismicità crostale che produce terremoti con meccanismi focali prevalentemente normali.

Con il nome di "basamento calabro" si considera l'unione di tutte le unità deformate che costituiscono il basamento su cui si sono depositate le unità trasgressive neogeniche tra il Miocene medio (Langhiano) e l'attuale. Come tale, il "basamento" comprende unità metamorfiche e cristalline, unità di piattaforma carbonatica, unità terrigene, metamorfiche e non. La maggior parte delle unità di basamento affioranti si compone tuttavia di complessi metamorfici ercinici e alpini, con associate sequenze sedimentarie eoceniche e neogeniche inferiori. Lungo il lato interno dell'Arco Calabro, carbonati di piattaforma, simili alle unità alloctone degli Appennini affiorano all'interno di finestre tettoniche al di sotto del basamento.

Molte sono le ipotesi avanzate per spiegare il complesso assetto geologico dell'Arco Calabro tra cui le quattro principali sono:

- Spesso elemento crostale;
- Sottile basamento;
- Semplice sovrascorrimento;
- Basamento alloctono.

La prima ipotesi prevede che la Sila costituisca una zona con uno spesso elemento crostale di basamento che separa due catene e che si sovrappone alla crosta oceanica ionica. La seconda ipotesi propone che il basamento sia sottile ma molto esteso e si sovrapponga ad una piattaforma carbonatica "Appenninica" o "Apulo-Adriatico-Ionica". La terza soluzione considera le unità di basamento come un'unità semplicemente sovrascorsa all'interno della catena est-vergente che costituisce la transizione tra gli Appennini e le Maghrebidi. Come quarta e ultima ipotesi (Van Dijk et al., 2000) si considera, infine, il basamento come

parte di un'unità alloctona sub-orizzontale che si sovrappone ad una catena già deformata e strutturata e che viene a sua volta incorporata nella deformazione.

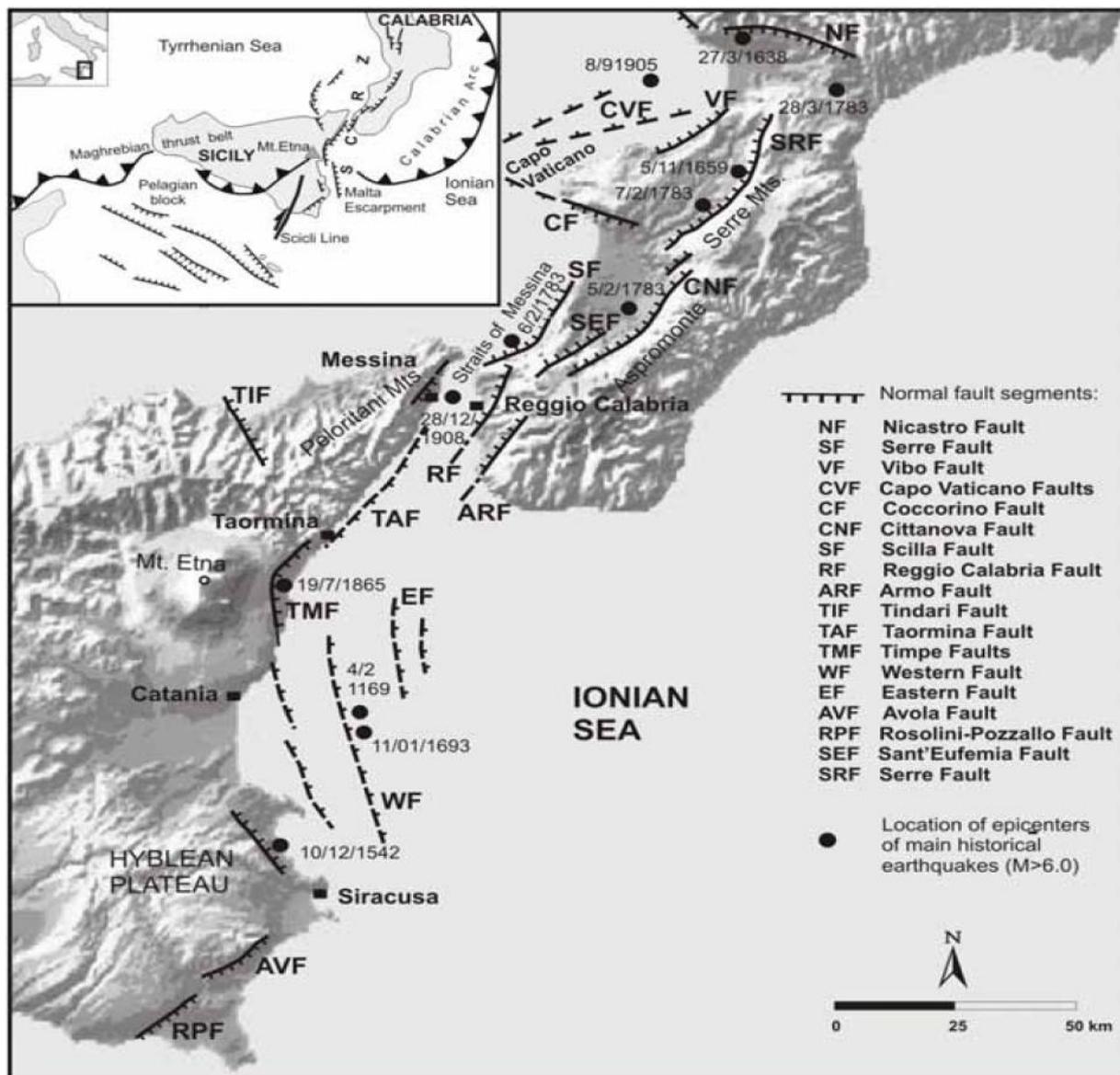


Figura 4.12 – Carta morfotettonica della Calabria meridionale e Sicilia orientale. È possibile osservare la distribuzione dei numerosi segmenti di faglie normali (fonte: Monaco et al., 2007)

La provenienza delle unità che compongono il basamento è un capitolo ancora aperto e ad oggi non esiste unanimità di pensiero: sono state infatti proposte origini europee “interne” (da nord-ovest), origini africane “esterne” (sud-est) o addirittura legate a microplacche “intermedie”.

La provenienza delle unità del basamento viene considerata in base alla giacitura regionale dello stesso (Figura 4.13):

- Assumendo un'immersione verso nord-est con vergenza africana la provenienza è europea;
- Assumendo un'immersione verso sud-est con vergenza europea la provenienza è africana.

Altri argomenti che descrivono il basamento sono il fatto che la successione di basamento diventa più completa verso sud-est ed il fatto che il grado di metamorfismo di pressione aumenta verso nord.

L'analisi di questo sistema orogenetico nel suo piccolo può in parte contribuire significativamente alla ricostruzione della complessa storia deformativa delle catene montuose del Mediterraneo centrale.

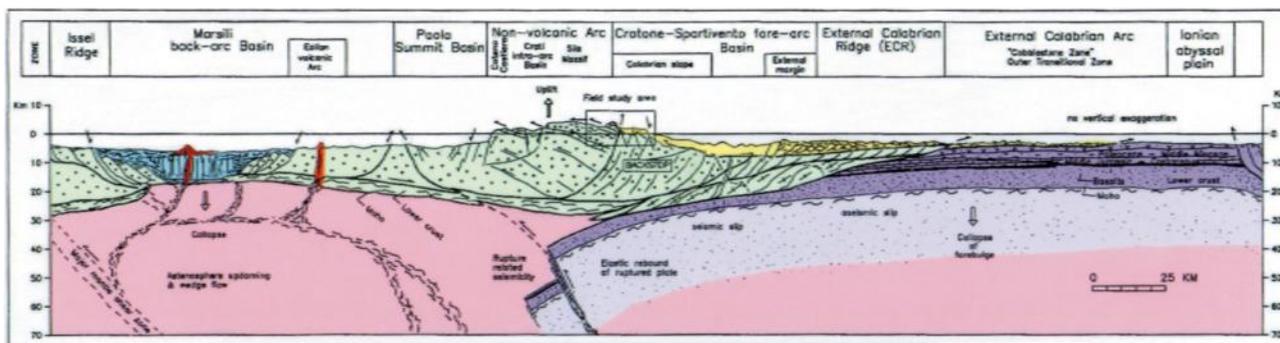


Figura 4.13 – Sezione geologica crostale che attraversa la Calabria (fonte: Van Dijk et al., 2000)

La costruzione dell'edificio si realizza in due fasi verificatesi fra il Cretaceo superiore e l'Oligocene inferiore in un complesso a falde alpine e metamorfismo delle coltri cristalline che comprende unità ofiolitifere di crosta oceanica. Nel Miocene inferiore si ha il loro sovrascorrimento in toto sulla catena appenninica (Dietrich et al., 1972). La costruzione dell'edificio a falde nella sua forma attuale si completerebbe nel Tortoniano-Messiniano.

L'arco Calabro-Peloritano può essere suddiviso in due settori: settentrionale e meridionale, caratterizzati da una storia evolutiva pre-Tortoniana differente. Tali settori vengono a contatto lungo un ipotetico lineamento tettonico orientato grossomodo ENE-WNW che da Capo Vaticano si estende fino a Soverato (Tortorici et al., 1995).

Nella parte settentrionale la geologia è caratterizzata dalla sovrapposizione di una serie di unità cristalline, derivanti dalla deformazione di domini continentali e oceanici, con polarità europea. Queste unità risultano sovrascorse sui terreni carbonatici di piattaforma delle unità appenniniche. Le unità carbonatiche affiorano in finestre tettoniche fino all'altezza della stretta di Catanzaro. I complessi alpini comprendono cinque unità di cui le due più profonde sono unità di ofioliti appartenenti a domini di crosta oceanica, mentre le rimanenti sono porzioni di crosta continentale.

Al di sopra delle unità alloctone e sui depositi terrigeni sin-orogenetici, giacciono sedimenti sia marini che continentali, riferibili a più cicli tettono-sedimentari e correlabili con le diverse fasi del progressivo smembramento della catena.

Dal punto di vista cinematico, invece, i limiti dell'Arco Calabro vengono, dagli autori, identificati con la Linea del Pollino al margine settentrionale e con la Linea Tindari-Giardini a quello meridionale sono interpretati come due grandi "binari" litosferici a scorrimento rispettivamente sinistro e destro che hanno consentito di guidare l'espansione tortoniano-pliocenica del bacino tirrenico e lo scorrimento verso E-SE dell'Arco rispetto alle aree stabili siciliana-africana ed appenninica-adriatica (Patacca et al., 1989).

La Linea Tindari-Giardini, o Linea di Vulcano, invece, viene interpretata come una faglia trascorrente con cinematica destra, identificata con la Linea di Taormina attiva durante le fasi tettoniche plio-pleistoceniche (Finetti et al., 1996).

Il settore settentrionale è caratterizzato da una deformazione che inizia nel Cretaceo superiore, che porta alla costruzione della Catena Alpina e continua fino alla completa costruzione della Catena Appenninica. La parte settentrionale dell'Arco rappresenterebbe la porzione più meridionale della Catena Appenninica.

La Sila e la Catena Costiera sono costituite da un edificio a falde formate da sequenze ofiolitiche mesozoiche, rocce di basamento cristallino di età da pre-ercinica ad ercinica intruse da plutoniti tardo-erciniche. Le rocce del basamento cristallino hanno subito una lunga e complessa evoluzione che le ha viste



coinvolte sia nelle orogenesi pre-Alpine sia in quella Alpina, quando sono state separate dalla parte meridionale della placca Iberica ed impilate, a partire dall'Oligocene superiore, sulla placca Adria.

L'edificio a falde della Calabria settentrionale, in letteratura, viene suddiviso in tre elementi principali in cui sono state distinte differenti "Unità tettonometamorfiche" (Amodio Morelli et al., 1976; Scandone, 1982; Figura 4.14).

Il primo elemento (più profondo) della successione è formato da rocce carbonatiche di età mesozoica e dal relativo basamento Paleozoico di basso grado, la cui appartenenza al paleomargine Africano o Europeo è ancora dibattuta (Alvarez, 1976; Dewey et al., 1989). Quest'elemento è stato coinvolto nel Miocene inferiore nella collisione tra la placca Iberica e quella Africana ed attualmente costituisce la catena appenninica Africa-vergente.

Un altro elemento si trova in termini tettonostratigrafici in una posizione intermedia, ed è composto da due Unità ofiolitiche/ofiolitifere mesozoiche che rappresentano i resti dell'oceano neo-Tetideo (Lanzafame et al., 1979; Guerrera et al., 1993). Queste Unità sono state coinvolte nei processi di subduzione seguiti da collisione continente-continente. I dati strutturali e stratigrafici (Alvarez, 1976; Cello, 1996) indicano che questi processi sono stati attivi durante il pre-Luteziano con polarità europea e con una direzione di trasporto tettonico verso W-NW.

Infine, l'ultimo elemento, localizzato in posizione geometricamente più elevata, è costituito da una sezione continua di crosta continentale strutturatasi in età tardo-Ercinica con relative coperture sedimentarie Mesozoiche (Unità di Longobucco), interessata da deformazioni esclusivamente fragili a partire da 23 milioni di anni. Non esiste accordo generale sul significato e sulla posizione paleogeografia di questo elemento.

Secondo differenti interpretazioni è possibile:

- Si tratti del margine Europeo della Neo-Tetide (Ogniben, 1973; Dewey et al., 1989; Knott, 1987, 1994);
- Si tratti di una parte del dominio Austroalpino della placca Africana (Haccard et al., 1972; Alvarez, 1976; Amodio Morelli et al., 1976; Scandone, 1979, 1982; Bonardi et al., 1988);
- Sia il basamento e copertura di un microcontinente posto tra i continenti Europeo e Africano (Guerrera et al., 1993; Cello et al., 1996);
- Sia il prodotto dell'accrezione di tre microzolle crostali.

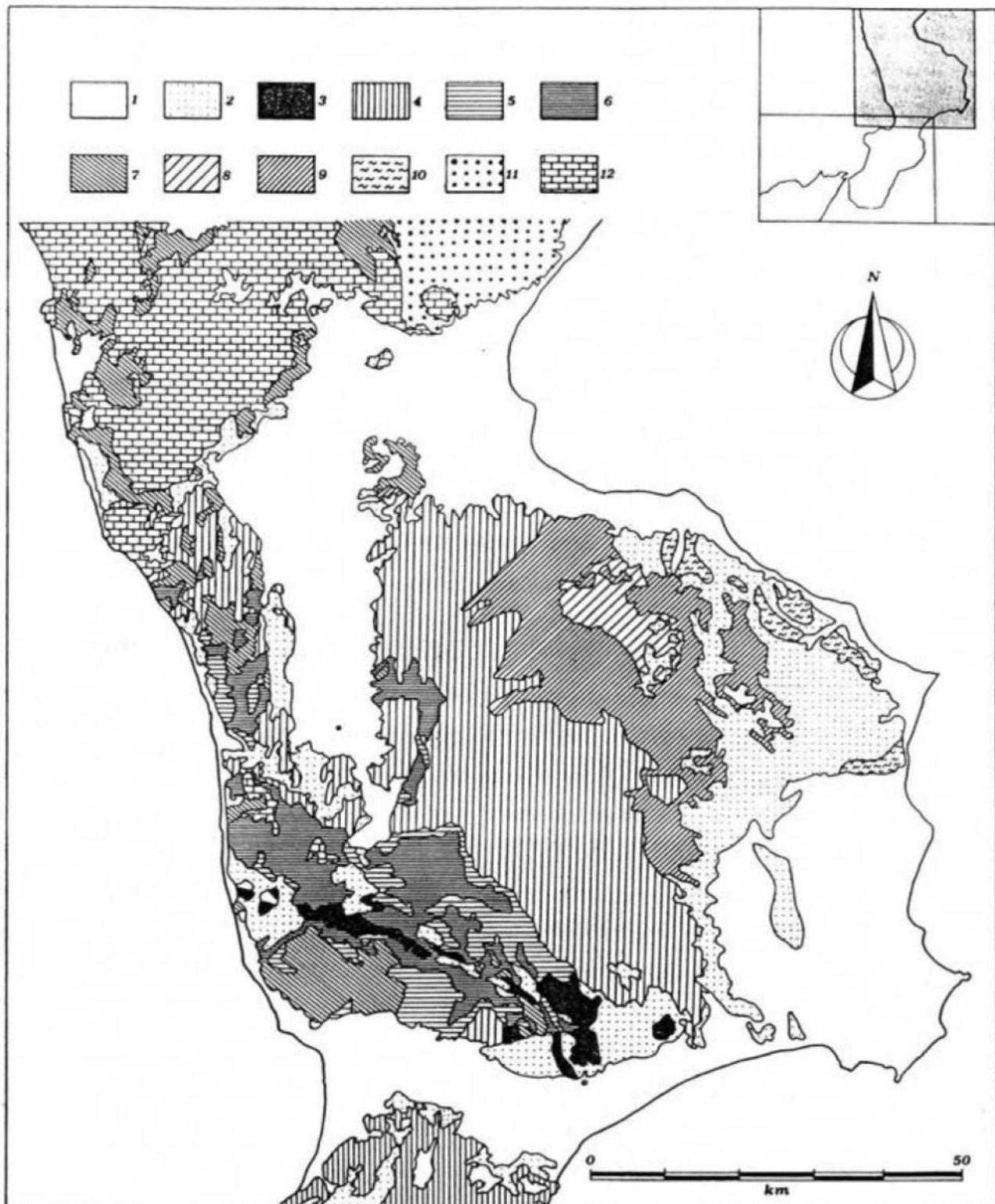


Figura 4.14 – Schema geologico-strutturale del settore settentrionale dell'Arco Calabro; 1 = sequenze medio-suprapliocenico-pleistoceniche; 2 = sequenze tortoniano-infraplioceniche; 3 = Unità di Stilo; 4 = Unità di Polia-Copanello; 5 = Unità di Castagna; 6 = Unità di Bagni; 7 = Unità ofiolitifere (Unità del Frido + Unità ofiolitifera superiore); 8 = Unità di Longobucco, basamento; 9 = Unità di Longobucco, copertura; 10 = Unità sicilidi; 11 = Unità del Cilento; 12 = Unità carbonatiche della catena appenninica (fonte: Tortorici, 1982)

Relazioni tra Catena Appenninica e Arco Calabro

L'analisi tra le diverse unità stratigrafico-strutturali e le relazioni tra la catena Appenninica e l'Arco Calabro, è stata in gran parte eseguita attraverso l'interpretazione di lunghe linee sismiche condotte negli anni a carattere regionale.

Queste singolari linee sismiche prendono il nome di CROP e costituiscono indagini geofisiche condotte in tutta Italia nei settori chiave per l'analisi a grande scala del territorio. Nel Bacino dello Ionio la linea che più si avvicina all'area in istanza è la "CROP M-5" che, lungo una sezione trasversale alla Catena Appenninica e al suo relativo avampaese, mette in evidenza le caratteristiche proprie di una zona di transizione tra i suddetti domini (Figura 4.15).

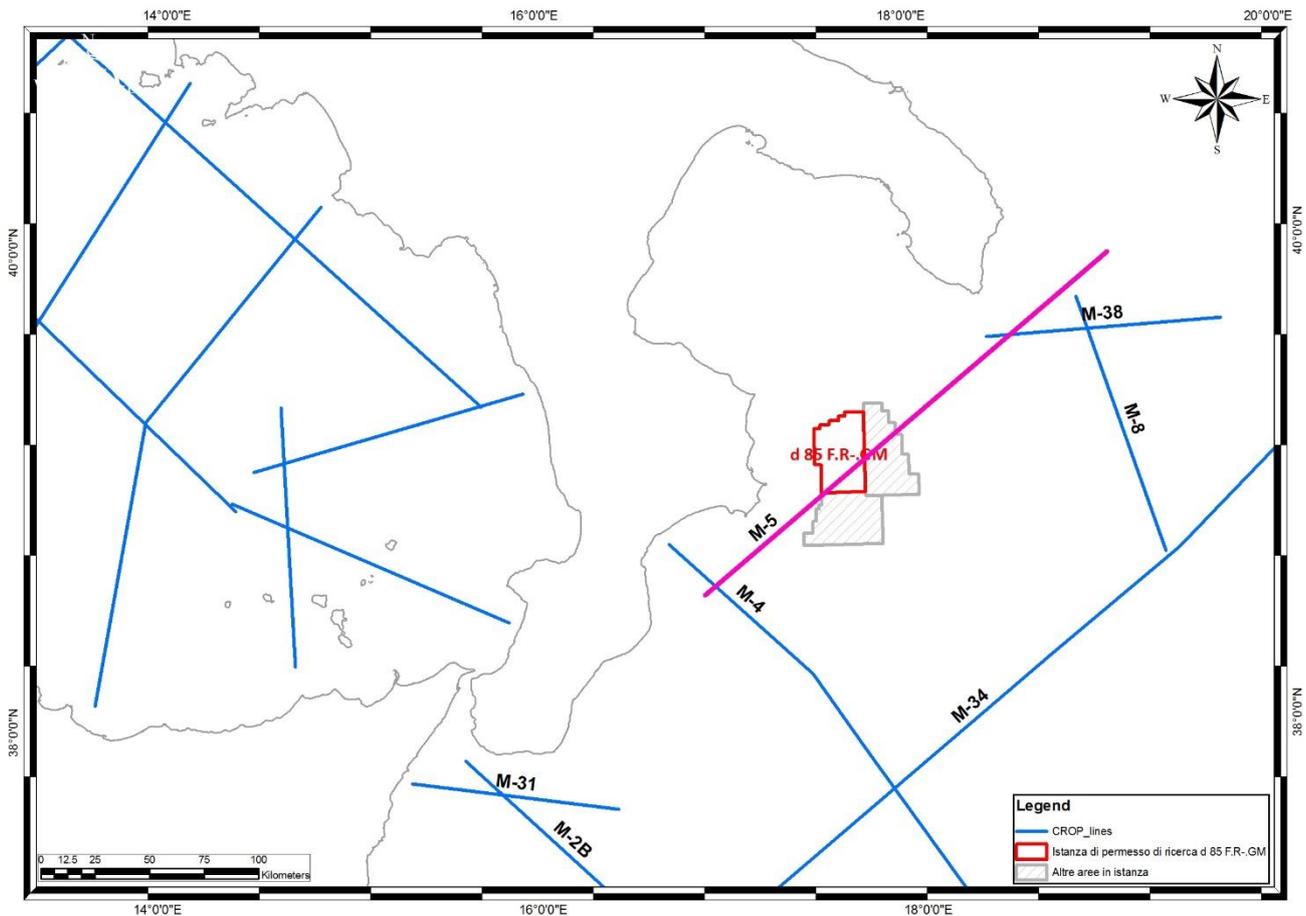


Figura 4.15 – Distribuzione delle Linee CROP in Italia meridionale. Evidenziata in viola è la linea CROP M-5 che più si avvicina all'area in istanza di permesso di ricerca

La linea "CROP M-5" illustra, infatti, i termini di passaggio tra un'area fortemente deformata tipica di Catena ed una decisamente meno, procedendo verso est. La linea si sviluppa, in direzione NE-SW, dal settore meridionale della dorsale pugliese-salentina fino alle coste orientali calabresi (Merlini et al., 2000; Figura 4.16).

Dalle interpretazioni degli stessi autori si riconoscono, procedendo verso ovest, i caratteri peculiari dei tre domini: un avampaese costituito dalla dorsale Apula, un'avanfossa sottoalimentata nella fossa di Taranto e un prisma di accrezione attivo frontale.

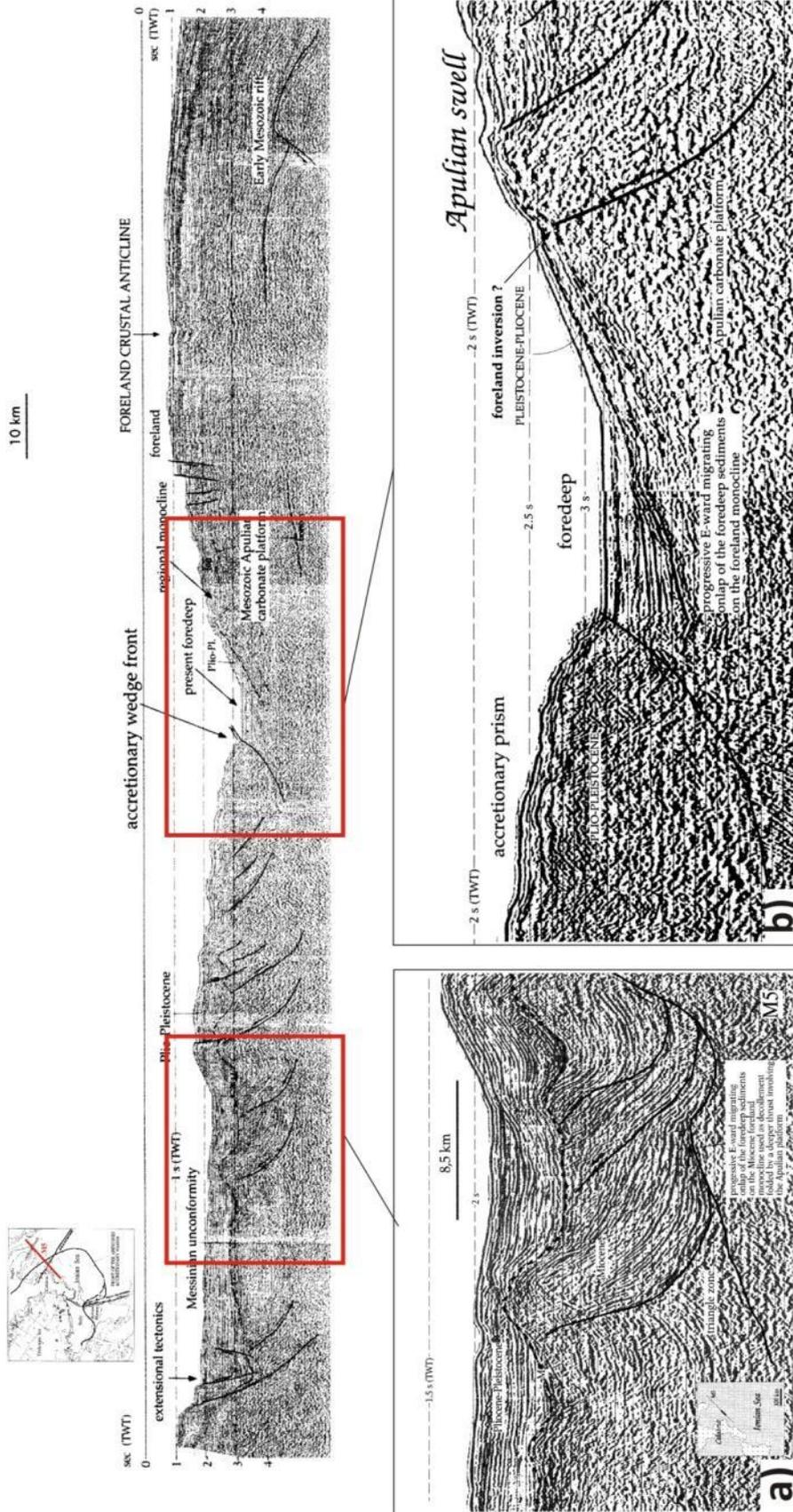


Figura 4.16 – Linea sismica regionale “CROP M-5” nello Ionio lungo l’intero sviluppo della Catena Appenninica; a) settore di Catena; b) settore di Avanfossa e Avampaese (fonte: Merlini et al., 2000)

Nel riquadro in Figura 4.16 (a) è messa in evidenza la zona di catena, con la presenza di frequenti strutture a triangolo nel prisma di accrezione e di precedenti depositi di avanfossa incorporati nel prisma; il tutto si presenta deformato e ricoperto da sedimenti di bacini satellite.

Dalla sezione sismica di Figura 4.16 si osserva un tratto dell'anticlinale crostale-litosferica larga 100 chilometri che costituisce l'avampaese, che passa poi gradualmente verso ovest al settore di avanfossa dove è presente sia il margine del cuneo di accrezione sia una monoclinale regionale inclinata di circa 8° (Figura 4.16, b).

Il complesso Calabro-Lucano è stato interpretato nel suo insieme come il resto di un cuneo di accrezione legato ai processi di subduzione paleogenica della crosta oceanica della Neotetide al di sotto del dominio calabro (Knott, 1987; 1994). L'età delle diverse *litofacies* permette di riferire questa unità litostratigrafica al Giurassico Superiore-Oligocene.

In termini evolutivi, le diverse unità tettoniche affioranti nell'Appennino Calabro-Lucano mostrano una serie di strutture che hanno registrato in modo completo l'intera storia deformativa legata alla convergenza Africa-Europa la quale, a partire dal Cretaceo Superiore, ha portato alla costruzione della catena Appenninica. L'intera area presenta una geometria a *duplex*, con un *thrust* di tetto che delimita le falde alloctone d'origine neotetidea (Unità Sicilide e nord-Calabrese) in ricoprimento su una serie di unità del paleomargine Apulo distaccate tramite un *thrust* di letto dal relativo basamento.

La storia evolutiva e deformativa può essere riassunta in quattro stadi principali (Monaco e Tortorici, 1996):

1. In partenza, le unità nord-Calabrese e Sicilide rappresentano rispettivamente porzioni interne ed esterne di un cuneo d'accrezione cretaceo-paleogenico apulo-vergente legato alla subduzione dell'oceano Neotetideo al di sotto del margine calabride. I *thrust* indicano una generale direzione di trasporto verso l'attuale NE e pieghe asimmetriche di varie dimensioni con orientazioni attorno a N120-130°E e vergenza verso NE. Tutti gli eventi deformativi sono datati in un arco di tempo che va dal Cretaceo Superiore al Miocene inferiore.
2. Successivamente, le strutture alterano gli originari rapporti stratigrafici tra terreni ofiolitiferi, Argille Varicolori inferiori e relative coperture terrigene oligo-mioceniche. Queste hanno causato la sovrapposizione, con vergenza NE, del complesso Calabro-Lucano sulla formazione del Saraceno e l'accavallamento retrovergente dell'Unità Sicilide sull'Unità Nord-Calabrese. Le pieghe hanno assi N130-140°E e piani assiali di poco immergenti verso SW. Verso l'alto stratigrafico altre strutture tipo pieghe *kink bands* mostrano assi asimmetrici orientati N120-140°E, i cui piani sono immergenti di 60-80° verso SW. Le strutture di questo stadio deformano le coperture terrigene tardo oligoceniche-inframioceniche delle Unità Sicilide e nord-calabrese. Il *thrust* basale del cuneo d'accrezione si è invece propagato verso le aree frontali della catena interessando anche sedimenti intrapleistocenici (Agip, 1977; Mostardini & Merlini, 1986; Cello et al. 1989).
3. Durante il terzo stadio, si formano le strutture di raccorciamento più recenti presenti nella regione. Queste sono faglie trascorrenti sinistre orientate WNW-ESE che interessano il substrato carbonatico e i terreni alloctoni sovrastanti. Tali strutture sono costituite da diversi segmenti e formano un'intera fascia deformativa con lineamenti le cui geometrie sono strettamente controllate dalle litologie coinvolte e dalle strutture preesistenti.
4. Nell'ultimo e quarto stadio si possono collocare le morfologie che meglio chiariscono i rapporti tra i diversi domini tettonici presenti nella regione. Questo stadio risulta caratterizzato da un'estensione orientata NE-SW che provoca l'attivazione di faglie normali orientate NW-SE. Le strutture recenti del settore settentrionale dell'Arco Calabro sono invece rappresentate da faglie normali tardo-quaternarie sismogenetiche, caratterizzate da assi tensili orientati WNW-ESE (Tortorici et al., 1995).



In questo modo è stato possibile ricostruire i principali stadi evolutivi del settore meridionale della catena Appenninica a partire dalle prime fasi della chiusura oceanica della Tetide fino agli ultimi stadi della collisione continentale.

Le strutture presenti testimoniano un'evoluzione di processi avvenuti in modo graduale con un costante trasporto tettonico verso l'attuale NNE permettendo di escludere, per questo settore appenninico, la presenza di una catena Eoalpina a vergenza europea, coinvolta successivamente nella costruzione dell'orogene appenninico Africa-vergente.

Nel dettaglio, le unità nord-calabrese e Sicilide forniscono dati sullo stadio di chiusura oceanica e sulle prime fasi della collisione continentale (Monaco et al., 1998; Catalano et al., 2004). Le caratteristiche strutturali di queste unità suggeriscono come esse abbiano subito una deformazione progressiva, a differenti livelli crostali, da collegare a processi di subduzione prossimali ad un margine continentale. Le strutture più antiche (primo stadio) sono legate a processi sviluppatasi sulla porzione più superficiale del cuneo di accrezione tra il Cretaceo Superiore-Eocene e l'Oligocene superiore. La deformazione del cuneo di accrezione ha generato la formazione di un *mélange* nel complesso Calabro-Lucano. Nei bacini più o meno profondi delimitati dagli alti strutturali del cuneo di accrezione sarebbe avvenuta la sedimentazione di successioni torbiditiche.

Gli eventi deformativi successivi (secondo stadio) sarebbero avvenuti in regime di collisione continentale con la formazione di una serie di pieghe e scaglie tettoniche a vergenza nord-orientale, delimitate da sovrascorrimenti sviluppatasi a partire da un unico *thrust* migrante verso i domini più esterni dell'avampaese Apulo, progressivamente tra il Miocene medio ed il Pleistocene inferiore.

Le strutture del terzo stadio si sarebbero sviluppate durante l'ultima fase dei processi collisionali nel Pleistocene medio. Durante questa fase un ruolo di primaria importanza sembra essere stato svolto dal forte spessore crostale, che avrebbe inibito l'ulteriore propagazione verso zone più esterne del sistema a *thrust*, favorendo invece l'attivazione di strutture trascorrenti.

Le fasi estensionali finali chiuderebbero, a partire dal Pleistocene medio (Westaway, 1993; Hippolyte et al., 1994), il ciclo orogenetico accomodando le deformazioni legate al sollevamento finale della catena.

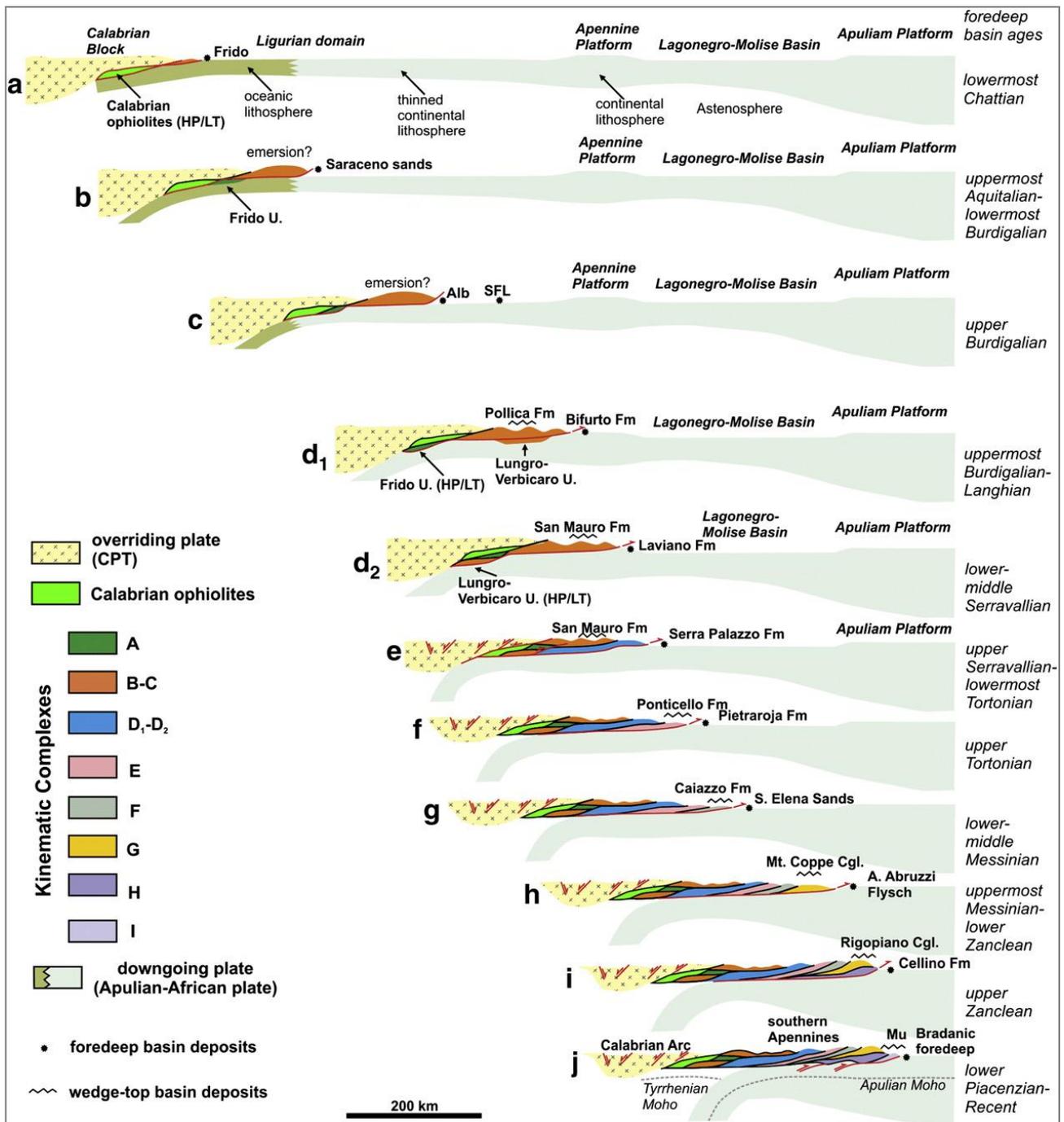


Figura 4.17 – Evoluzione tettonica del sistema Appenninico meridionale e dell’arco Calabro dal tardo Oligocene all’attuale (fonte: Vitale e Ciarcia, 2013)

4.2.3.1 Stratigrafia dell’area in istanza di permesso di ricerca

L’area in istanza di permesso di permesso di ricerca si trova nel Mar Ionio, più precisamente nel bacino di Crotona a ridosso delle coste della Calabria. In questo settore si è sviluppata ed è tuttora in atto un’evoluzione geodinamica importante data, come descritto, dalle collisioni tra le placche di Africa e Adria e/o dal promontorio Apulo e la placca Europea (Viti et al., 2011).

A caratterizzare l’area del Bacino di Crotona, nella regione Calabria, è il sistema Calabro-Peloritano, delimitato dalla linea di Sangineto a nord e da quella di Taormina a sud, rappresentante l’unità alloctona dell’intero settore in oggetto.



Dal punto di vista stratigrafico, al fine di avere quadro chiaro completo sull'area in studio, verranno illustrate le sequenze sedimentarie schematiche principali presenti nei diversi domini citati (Figura 4.18) ed in seguito saranno descritte in modo più dettagliato quelle presenti nell'*off-shore* di Crotona.

Il dominio Calabro-Lucano nel suo insieme mostra caratteristiche di *mélange* (Hsu, 1968), formato da una successione pelitico-calcareo-arenacea, non metamorfica. All'interno di questa unità sono state individuate unità differenti, con contatti generalmente tettonizzati, costituite da sequenze ofiolitiche con la relativa copertura pelagica, lembi di successioni terrigene riferibili alla formazione Crete Nere (sequenza di argilliti nere, tipo *black shale*), oltre a livelli di calcari siliciferi e di vulcanoclastiti a detrito andesitico.

Queste unità affiorano estesamente nel settore sud-occidentale del foglio "Trebisacce" dove con un contatto tettonico poggiano sull'Unità del Pollino in discordanza stratigrafica dalle successioni torbiditiche delle formazioni del Saraceno e di Albidona. Poco ad ovest dell'area del Foglio "Trebisacce", il complesso Calabro-Lucano è ricoperto tettonicamente dalla Sottounità del Frido, mentre nel settore centro-occidentale sovrascorre sulla formazione del Saraceno, lungo un contatto che si estende dal Timpone Rotondella a Serra di Paola.

Si riconosce inoltre un'alternanza pelitico-calcareo-arenacea corrispondente alla porzione non metamorfica del *Flysch* argillitico-quarzoso-calcareo. La successione stratigrafica non è facilmente ricostruibile a causa della caoticità legata sia ai processi tettonici che ai fenomeni gravitativi superficiali che caratterizzano l'intero Appennino Calabro-Lucano. Si tratta di un'alternanza di prevalenti argilliti scagliettate grigio-brune o verdastre con intercalati livelli torbiditici spessi da pochi centimetri al metro di quarzosiltiti e arenarie quarzose a granulometria generalmente fine di colore grigio-verde, di calcilutiti e calcisiltiti gradate risedimentate, di colore grigiastro.

Sono presenti livelli di *slumps*, potenti fino a 10 metri, costituiti da alternanze di marne grigio-verdi ed arenarie gradate a granulometria medio-fine. La successione terrigena, caratterizzata da un discreto spessore degli strati calcarei ed arenacei, è riferibile nel complesso ad un ambiente di fossa prossimale a margini continentali (Dickinson e Seely, 1979), come suggerito pure dalla composizione delle arenarie, classificabili come quarzareniti e subarcosi (Critelli, 1991; Critelli e Monaco, 1993).

Il complesso Calabro-Lucano mostra la presenza di ofioliti che conservano talora l'originaria copertura sedimentaria (Vezzani, 1968; Lanzafame et al., 1978). Le ofioliti si presentano come gabbri eufotidi, basalti a *pillow* e brecce di *pillow*, rare serpentiniti, con sporadici resti dell'originaria copertura sedimentaria. I blocchi ofiolitici ed i sedimenti adiacenti sono accomunati dal fatto che le ofioliti calabro-lucane rappresentano frammenti dell'originaria crosta oceanica della Tetide giurassica, costituendo pertanto la base dell'intera successione del complesso Calabro-Lucano.

I termini effusivi della successione ofiolitica (lave a *pillow* e brecce di *pillow*) sono i litotipi più comuni, affioranti in quasi tutte le località con spessori di alcuni metri. I *pillow* hanno dimensioni variabili dal decimetro fino a circa 2 metri e sono cementati da una matrice ialoclastica a granulometria medio-grossolana. Le brecce, costituite da elementi tra il centimetro e il decimetro di colore nero-rossastro, sono invece cementate da una matrice costituita da ialoclastiti e da materiale sedimentario marnoso-calcareo che riempie anche tasche lenticolari di dimensioni decimetriche. Talora, questi livelli effusivi sono interessati da filoni, spessi fino a 1 metro, di diabasi afirici di colore verdastro.

I gabbri di tipo eufotide e mostrano tracce di stratificazione composizionale data da un'alternanza di orizzonti più o meno ricchi in cristalli di pirosseno. Negli affioramenti più integri sono inoltre attraversati da un sistema di filoni decimetrici di diabasi a grana fine contenenti fenocristalli di plagioclasio (Lanzafame et al., 1978).

Resti dell'originaria copertura sono associati alle rocce ofiolitiche in quasi tutti gli affioramenti. Sono costituiti da radiolariti rosse e verdi, sottilmente stratificate, perfettamente correlabili con quelle affioranti a Timpa delle Murge dove si presentano in perfetto contatto stratigrafico sui basalti a *pillow*. Le radiolariti sono state datate Oxfordiano (Marcucci et al., 1987).

La Formazione di Timpa delle Murge evidenzia come la deposizione supragiurassica sia avvenuta in un ambiente a bassissimo tasso di sedimentazione, probabilmente un *plateau* oceanico (Ben Avraham e Nur, 1982), in seguito invaso dai depositi terrigeni del complesso Calabro-Lucano.

La *litofacies* a calcari siliciferi stratificati forma corpi di estensione variabile da pochi metri a qualche centinaio di metri affioranti lungo tutto il crinale dei Colli Spinapulce, in contatto generalmente tettonizzato con l'alternanza pelitico-calcareo-arenacea. Si tratta di calcilutiti e calcisiltiti marnose silicizzate grigio-biancastre, a grana finissima e frattura concoide, in strati da 10 centimetri a mezzo metro, con sottili interstrati di argilliti grigiastre.

Il complesso Calabro-Lucano è stato interpretato, nel suo insieme, come il resto di un cuneo di accrezione legato ai processi di subduzione paleogenica della crosta oceanica della Neotetide al di sotto del dominio calabro (Knott, 1987; 1994). L'età delle diverse *litofacies* permette di riferire questa unità litostratigrafica al Giurassico Superiore-Oligocene.

Bacino di Crotona

Concentrandosi nell'area del Bacino di Crotona, in prossimità del quale sono presenti anche i due pozzi presi in considerazione per meglio descrivere la stratigrafia *off-shore*, si nota che il bacino è strutturalmente formato da un esteso sistema di *semigraben* a ribassamento orientale ed una geometria tipo *piggy-back*. Si configura come un bacino interposto tra l'altopiano della Sila ed il sistema dei *thrust* esterni che compongono il cuneo di accrezione attivo nell'*off-shore* ionico (Figura 4.18).

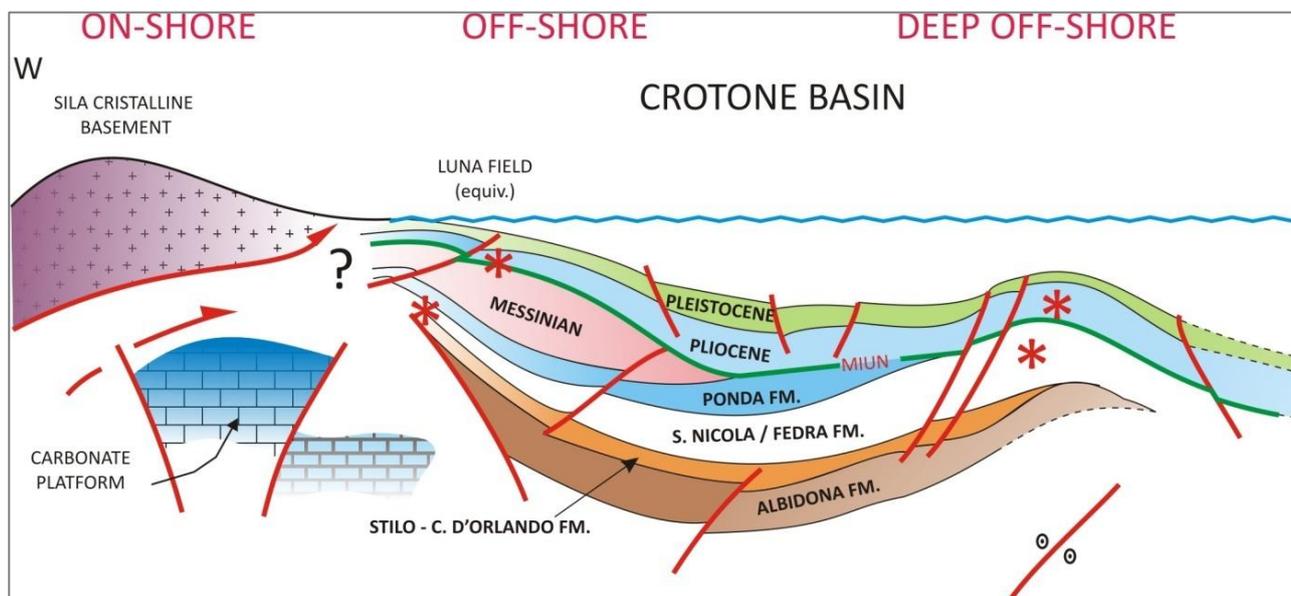


Figura 4.18 – Sezione stratigrafica del Bacino di Crotona (con le relative formazioni presenti; in rosso le faglie e in asterisco i principali target)

La continuità dei depositi del Bacino è interrotta da un'imponente sistema di faglie trascorrenti E-W in corrispondenza della dorsale di San Nicola dell'Alto, attive con rigetti di molte centinaia di metri dopo il Messiniano e ancora nel Pleistocene. A sud di tale struttura affiorano i terreni più recenti (Messiniano-



Pleistocenici) mentre nel settore orientale sono rappresentati i depositi più profondi (Serravalliano-Messiniani).

A grande scala, la successione stratigrafica è composta da una serie di cunei detritici formati da materiale cristallino e metamorfico alimentato dall'area silana, che sfumano progressivamente, procedendo verso le coste ioniche, in successioni arenacee e calcarenitiche, quindi marnoso-calcaree ed infine pelitiche nei settori orientali. Le diverse sequenze sedimentarie sono separate da evidenti superfici di non-conformità che passano, procedendo verso il mare aperto, in alternanze di depositi arenacei e pelitico-marnosi.

Le sequenze deposizionali riconoscibili nel Bacino possono essere distinte in due gruppi principali, il primo, pre-Tortoniano ed il secondo del Tortoniano-Messiniano inferiore. Il primo è caratterizzato da potenti sequenze di depositi terrigeni, derivati da eventi di alta energia gravitativa (torbiditi, olistoliti), controllati da movimenti rapidi di subsidenza tettonica e da un'abbondante produzione di materiale da parte della catena. Il secondo, separato dal primo da un'importante fase erosiva, è invece caratterizzato da bassi tassi di sedimentazione di tipo terrigeno e dalla dominanza di *facies* organogene.

Ulteriori depositi presenti, relativi al Messiniano, sono quelli evaporitici, distribuiti in questo arco di tempo in tutto il Mar Mediterraneo come risultato di continui cicli di evaporazione dello stesso, causa l'abbassamento del livello marino e quindi chiusura dello Stretto di Gibilterra (Foglio 561, San Giovanni in Fiore, Progetto CARG).

La successione che sembra essere presente nell'*off-shore* del Bacino di Crotona è la seguente:

- Formazione di Albidona (Eocene): costituita da torbiditi distali ben cementate;
- Formazione di Stilo-Capo D'Orlando (Oligocene-Miocene inferiore): nella parte inferiore sono presenti conglomerati fluviali/alluvionali, arenarie e marne, mentre nella parte superiore sono registrate torbiditi conglomeratiche e arenarie;
- Formazione di Fedra (Langhiano): depositi deltaici poligenici e grossolani;
- Formazione di San Nicola (Serravalliano): arenarie grossolane di ambiente marino tipo *shallow* su depositi di *debris flow* caotici e argilliti di ambiente distale. Si registra un *fining-upward* oltre i 2000 metri.
- Gruppo del Ponda (Serravalliano superiore-Tortoniano inferiore): argilliti con torbiditi di granulometria arenacea.

Oltre a queste unità sedimentarie si distinguono inoltre:

- Depositi Pre-Evaporitici (Messiniano inferiore): formati da torbiditi e depositi gessosi;
- Depositi Evaporitici (Messiniano medio-superiore): costituiti da depositi clastici ed evaporitici;
- Depositi Post-Evaporitici (Messiniano superiore): con arenarie di ambiente deltaico e argilliti.

Come ultima Formazione, datata Pliocene inferiore-Pleistocene, si trovano le Argilliti di Crotona, composte da conglomerati, torbiditi arenacee e argilliti.

La sequenza stratigrafica generale relativa all'area *off-shore* del Bacino di Crotona, è evidenziata nei prospetti descrittivi (*log*) dei rispettivi pozzi Florida_001 e Filomena_001, con ubicazione come in Figura 4.19.

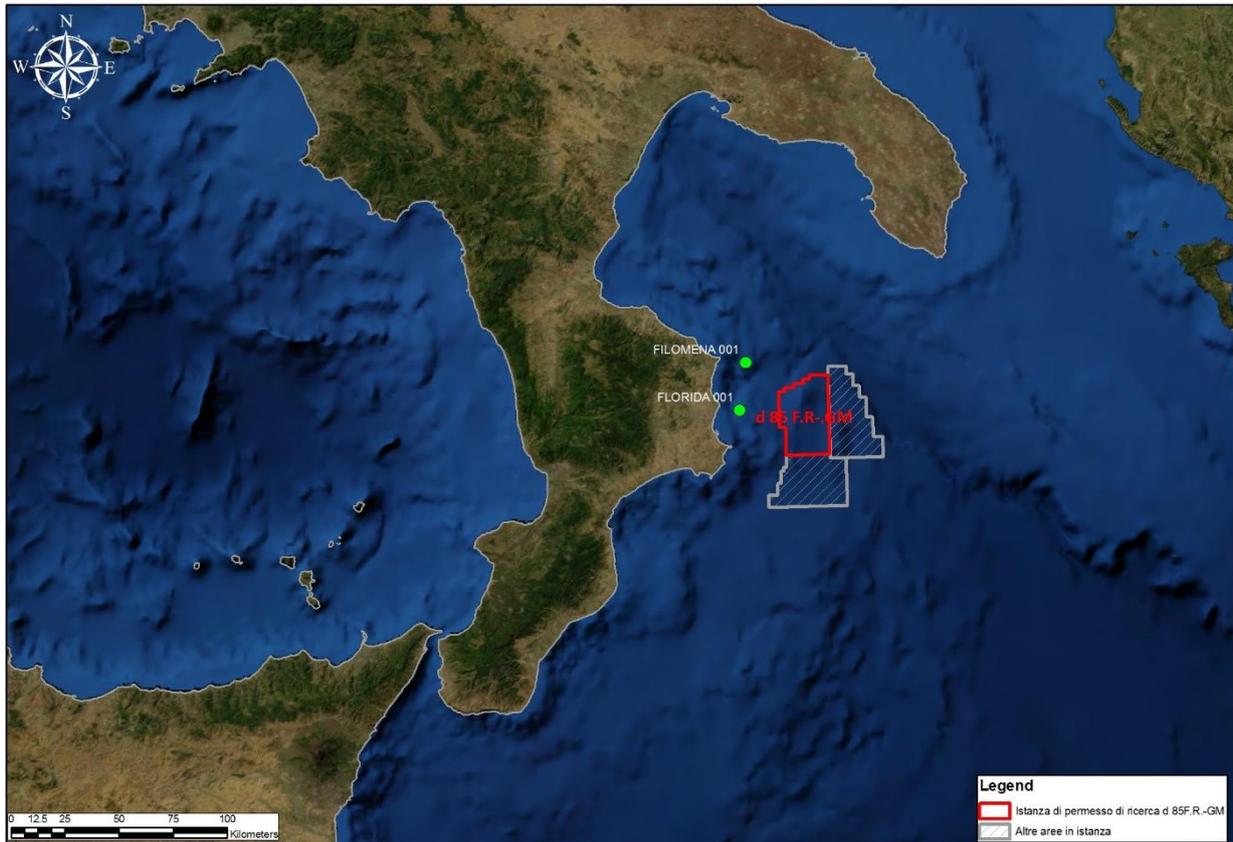


Figura 4.19 – Ubicazione dei pozzi Florida 001 e Filomena 001

Osservando questi *log* di pozzo è immediato comprendere quanto, all'interno dell'area in questione, non sia di facile gestione l'individuazione delle formazioni sedimentarie sopra citate, a causa della complessità geologico-strutturale di tale settore Italiano.

Il *log* relativo al pozzo Florida 001 (Figura 4.20) è uno dei pochi in grado di avvicinarsi a rappresentare la successione sedimentaria come precedentemente descritta.

Si trovano infatti in continuità stratigrafica le Formazioni di Fedra e San Nicola, divise dalla Formazione delle Argille di Crotona tramite una *unconformity*.

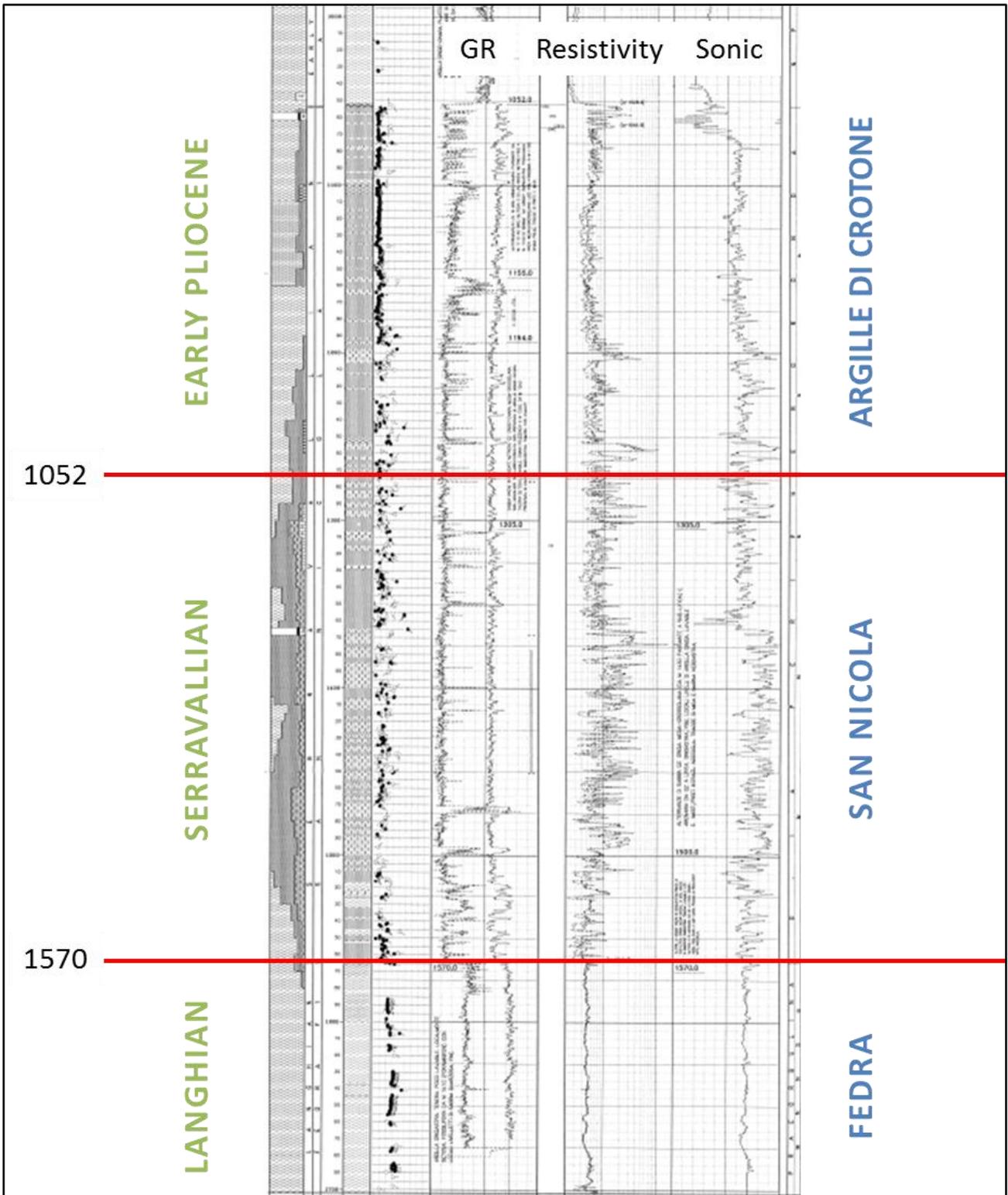


Figura 4.20 – Pozzo Florida 001. Rappresentazione della sequenza stratigrafica del bacino di Crotona (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/vidipi, modificata)

A dimostrazione della complessità geologica, legata all'importante tettonica che si è sviluppata e che tutt'ora è in corso, viene riportato il log del pozzo Filomena 001, testimone di come si presenta, dal punto di vista strutturale, l'area antistante il Bacino di Crotona (Figura 4.21).

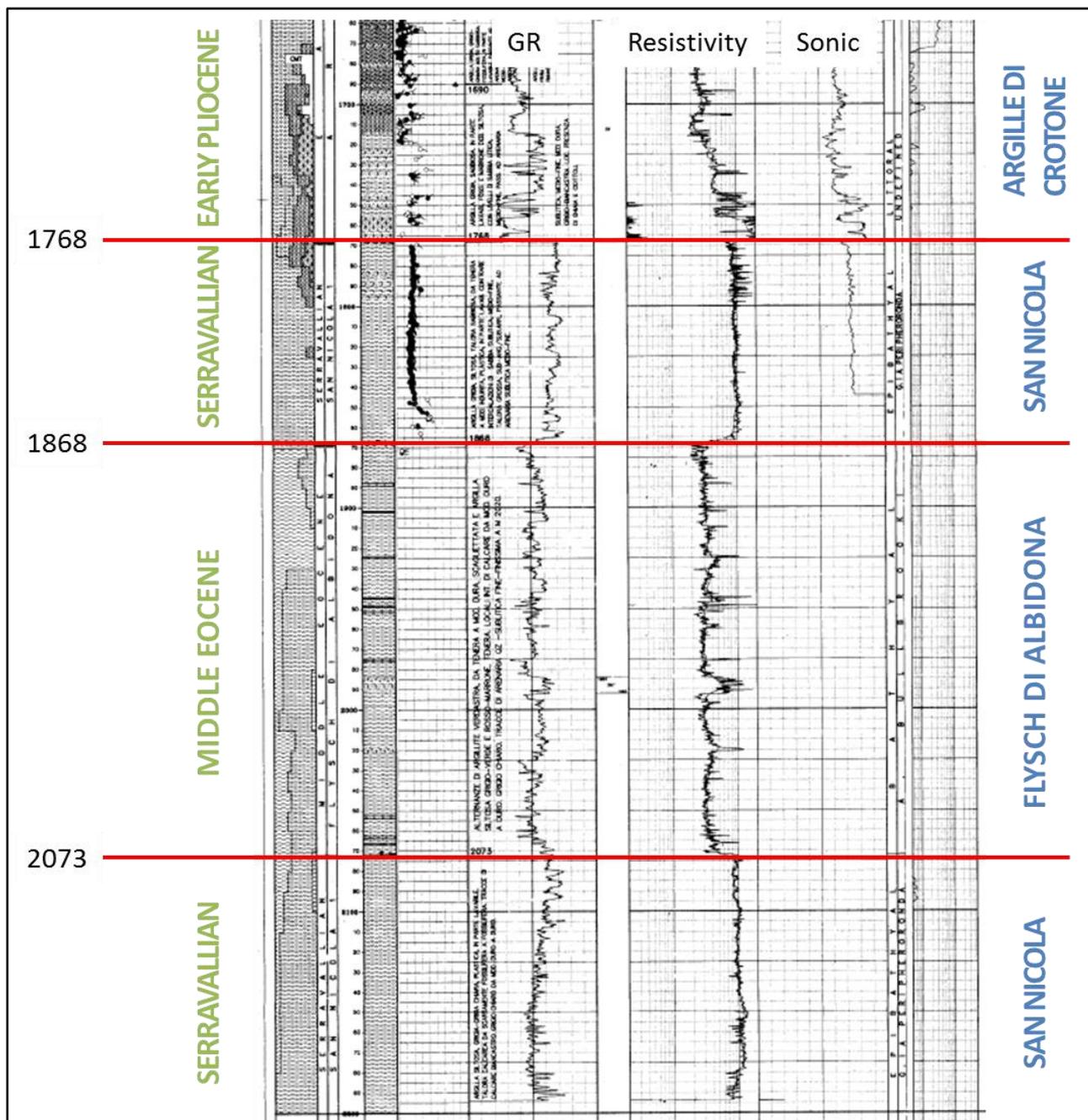


Figura 4.21 – Pozzo Filomena 001. Si nota la complessità della zona. Per questo la stratigrafia è di difficile interpretazione (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/vidempi, modificata)

Dalla sequenza registrata si deduce come le faglie in questa zona siano molteplici e ben articolate, in quanto si evidenziano nel *log* più superfici di discontinuità, essendo presenti depositi datati Eocene medio tra quelli del Serravalliano (Miocene), trovando quindi la Formazione dei Flysch di Albidona, più antica rispetto a quella di San Nicola, compresa all'interno di quest'ultima.

4.3 Ambiente marino

4.3.1 Condizioni meteo-marine

Le stazioni mareografiche di Taranto e di Crotona, che si localizzano nel Golfo di Taranto e nel settore nordoccidentale del Mar Ionio, sono le stazioni più vicine all'area in istanza di permesso di ricerca.

Le informazioni principali relative a queste due stazioni mareografiche di riferimento sono riassunte in Figura 4.22; le coordinate e le quote indicate in tabella si riferiscono ai rilievi di precisione condotti nel 2009-2010 e sono contenuti nelle monografie scaricabili dal sito internet dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), nell'ambito del *database* della Rete Mareografica Nazionale (www.mareografico.it).

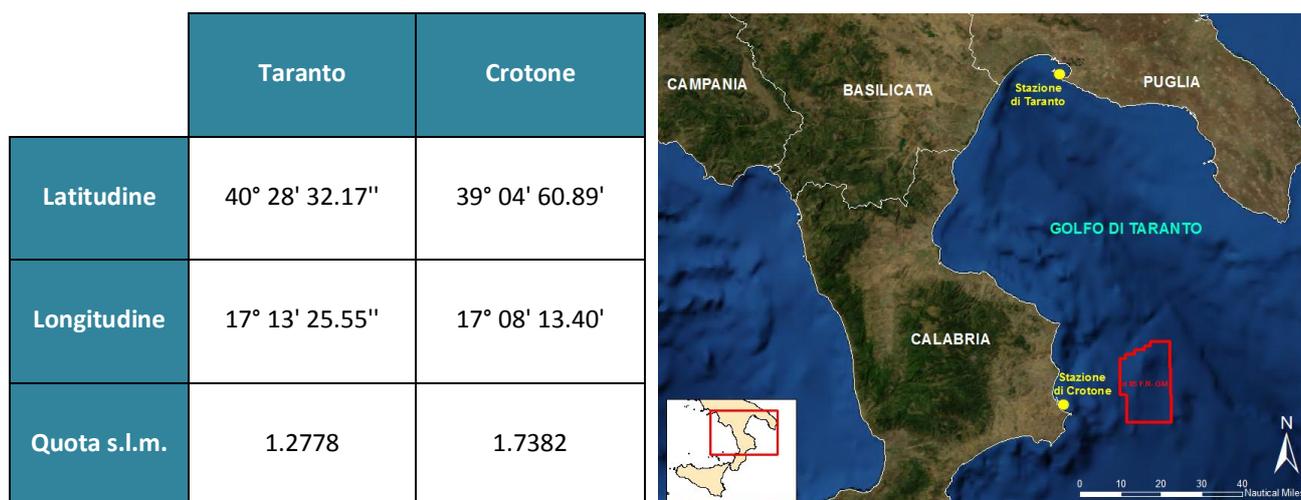


Figura 4.22 – A sinistra: tabella con caratteristiche delle stazioni mareografiche di Crotona e Taranto. A destra: mappa satellitare con l'area oggetto di studio e le due stazioni mareografiche (fonte dei dati: www.mareografico.it)

4.3.1.1 Temperatura dell'acqua

I dati rappresentati graficamente in Figura 4.23, scaricati dal *database* dell'Istituto di Protezione e Ricerca Ambientale, forniscono valori di temperatura dell'acqua per le stazioni di Taranto e Crotona per un intervallo di riferimento di quattro anni, dal gennaio 2010 al dicembre 2013.

Osservando i dati provenienti dalla stazione di Taranto, si può notare come la temperatura dell'acqua raggiunga i valori minimi nei mesi invernali di febbraio e marzo. Dall'analisi dei grafici è possibile notare come l'inverno 2012 sia il più freddo, con temperature minime di 10,7°C. Negli altri tre inverni si sono registrate temperature leggermente più alte (2010: 11,1°C; 2011: 11,8°C; 2013: 11,5°C). I valori più elevati registrati si osservano durante l'estate del 2012 (tra luglio e agosto) con temperature massime di 29,5°C. Le precedenti estati e quella successiva, invece, hanno registrato valori inferiori (2010: 28,1°C; 2011: 28,2°C; 2013: 28,7°C).

Per quanto riguarda la stazione di Crotona, lo stesso intervallo di riferimento mostra valori di temperatura delle acque molto simili alla stazione di Taranto. Si può notare come la temperatura dell'acqua raggiunga i valori minimi nei mesi invernali, da gennaio a marzo. Gli inverni del 2010 e del 2011 risultano essere i più freddi, con temperature minime di 10,4°C. Nei due inverni successivi le temperature sono state leggermente più alte (2012: 11,5°C; 2013: 11,8°C). I valori più elevati registrati si osservano durante l'estate del 2012 (tra luglio e agosto) con temperature massime di 29,4°C, mentre le altre estati hanno registrato valori inferiori (2010: 28,6°C; 2011: 28,2°C; 2013: 28,5°C).

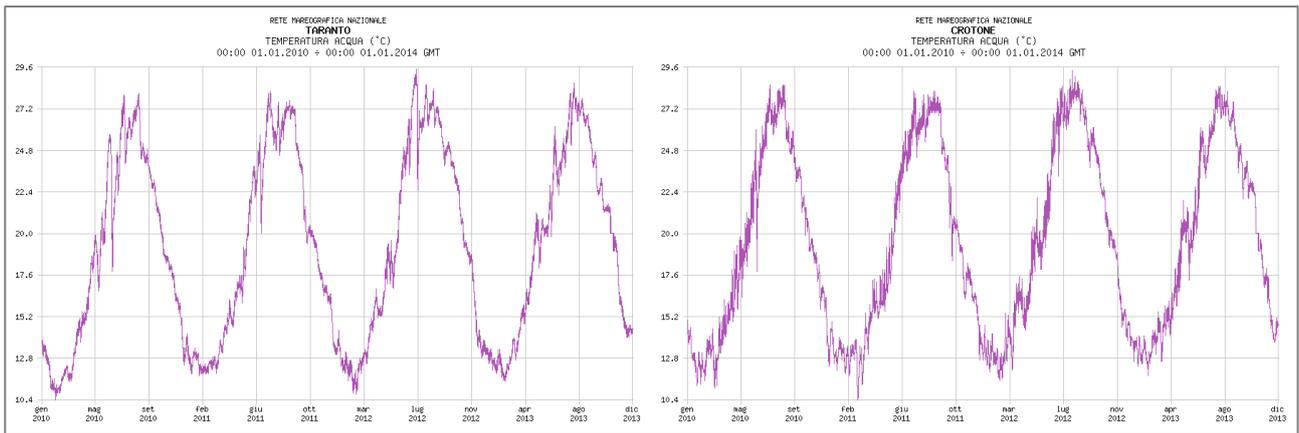


Figura 4.23 – Variazione della temperatura dell’acqua nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)

4.3.1.2 Temperatura dell’aria

La temperatura dell’aria nelle due stazioni di Crotona e Taranto, nel periodo compreso tra gennaio 2010 e dicembre 2013, registra un andamento simile alla temperatura dell’acqua, ma con valori minimi e massimi leggermente in anticipo (Figura 4.24).

Nell’intervallo temporale analizzato è possibile osservare come l’inverno 2010 nella stazione di Taranto faccia registrare le temperature minime più basse (1°C) mentre gli altri inverni segnano temperature comprese tra i 2°C e 4°C. Per quanto riguarda le massime estive, le quattro estati registrate mostrano temperature massime molto simili con valori compresi tra 38°C e 37°C.

Allo stesso modo la stazione di rilevamento di Crotona mostra temperature e andamenti molto simili a quelli osservati a Taranto. Le temperature più rigide vengono segnalate nell’inverno 2010 con minime di 2,4°C. Le temperature estive, invece, mostrano due massimi assoluti di 36,8°C nel 2010 e nel 2012, mentre per le altre due estati le massime si sono assestate attorno a valori di 34-36°C.

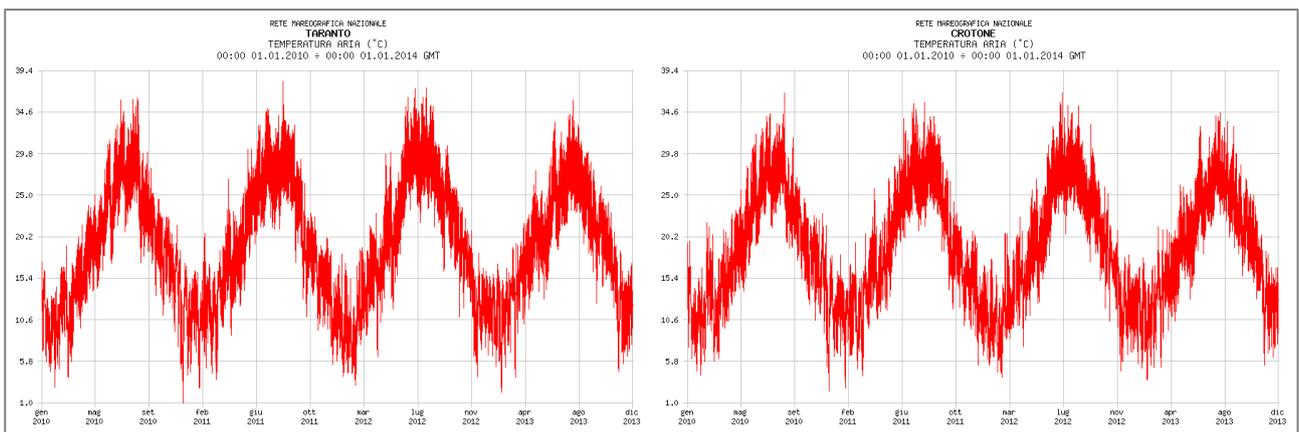


Figura 4.24 – Variazione della temperatura dell’aria nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)

4.3.1.3 Livello idrometrico

In riferimento alla Figura 4.25, che riporta il livello idrometrico per il periodo che va dal 01/01/2010 al 31/12/2013, si può evincere come nella stazione di Taranto e Crotona l’andamento sia simile, ma con valori leggermente più alti raggiunti nella seconda stazione rispetto alla prima.

I massimi registrati in entrambe le stazioni si aggirano intorno a valori di 32-38 centimetri a nel gennaio 2010. La punta minima registrata invece segna valori di -58 centimetri nel gennaio 2012.

Le escursioni, ossia la differenza tra livello massimo e minimo raggiunti durante l'anno, risultano comprese tra i circa 60 centimetri del 2011 ed i 90 centimetri (a Crotone) del 2010, e risultano più marcate a Crotone.

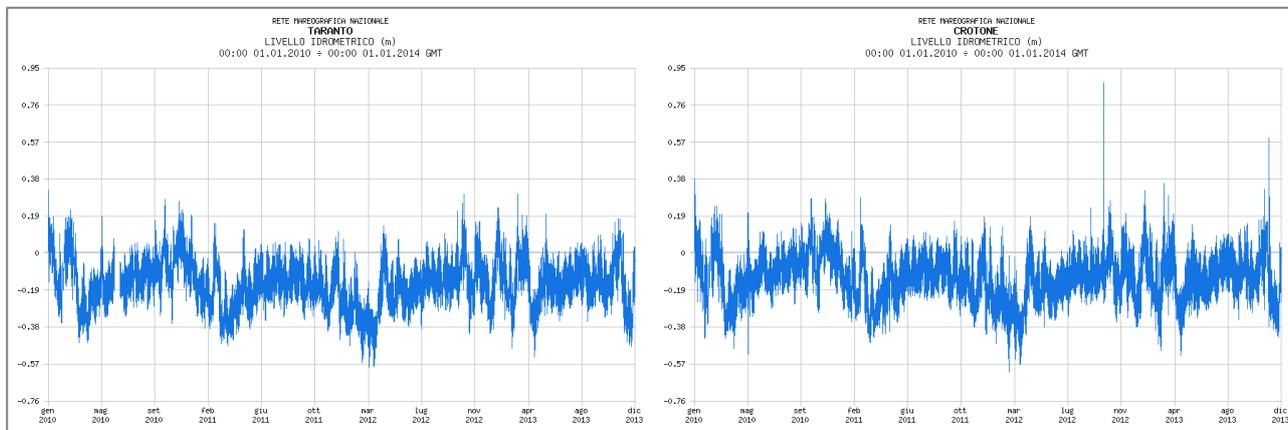


Figura 4.25 – Variazione del livello idrometrico nelle stazioni di Taranto e Crotona per il periodo di riferimento dal 2010 al 2013 (fonte: www.mareografico.it)

4.3.2 Regime ondometrico

I dati ondometrici nei mari italiani sono registrati ed inseriti in un *network* denominato RON (Rete Ondometrica Nazionale) gestito dall'ISPRA. La boa di rilievo ondometrico più prossima all'area di studio risulta essere la boa di Crotona (codice 61210), situata in vicinanza della costa della città calabrese; essa ha coordinate di 39° 01' 25" N e 17° 13' 12" E, ed è caratterizzata da una profondità del fondale di 80 metri.

Purtroppo i dati ondometrici a disposizione per la stazione di Crotona arrivano fino a luglio 2007, pertanto i grafici e le informazioni analizzate saranno riferite a periodi antecedenti.

In Figura 4.26 è indicato il grafico di altezza del moto ondoso, espresso in metri, relativo all'intervallo temporale compreso tra luglio 2005 e luglio 2006, corredato della tabella riassuntiva degli eventi significativi di picco. Purtroppo i dati relativi al moto ondoso presenti nel sito www.idromare.it non sono sempre continuativi, e nell'autunno 2006 presentano diversi picchi anomali dovuti a probabili errori strumentali. Per questo motivo non è stato possibile considerare l'intero biennio 2005-2006 e si è partiti con l'analisi dai dati di luglio.

Data	Durata	Altezza del picco [m]
06-20/10/2005	328h	3.54
11/12/2005	1h	3.21
11-12/12/2005	23h	4.19
12/12/2005	30'	3.1
14/12/2005	8h 30'	3.73
14/12/2005	1h	3.18

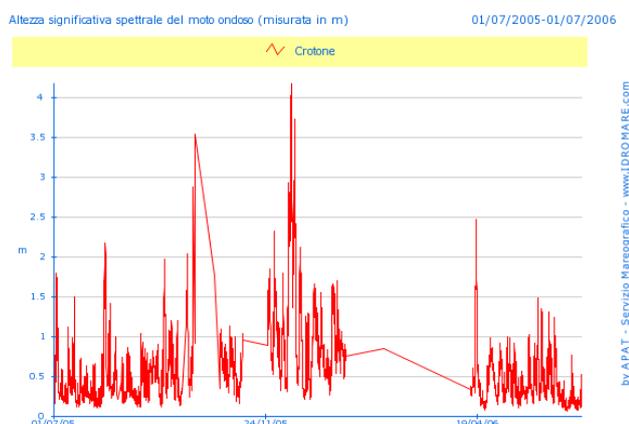


Figura 4.26 – Altezze di picco del moto ondoso raggiunte nella boa di Crotona da luglio 2005 a luglio 2006 e grafico indicante lo spettro delle altezze raggiunte dal moto ondoso (in metri) nello stesso periodo (fonte: www.idromare.it)

In Figura 4.27 è indicato il clima ondoso per il quinquennio da luglio 2002 a luglio 2007, e per un periodo di un anno dal luglio 2006 al luglio 2007. Direzioni ed altezze del moto ondoso sono molto simili, quindi il 2006 fornisce una buona approssimazione rispetto al clima ondoso dei cinque anni precedenti. Tale moto risulta provenire prevalentemente da S-SE, e secondariamente da N-NE. L'altezza delle onde è piuttosto bassa, perlopiù inferiore ad 1 metro, raramente superiore ai 2 metri.

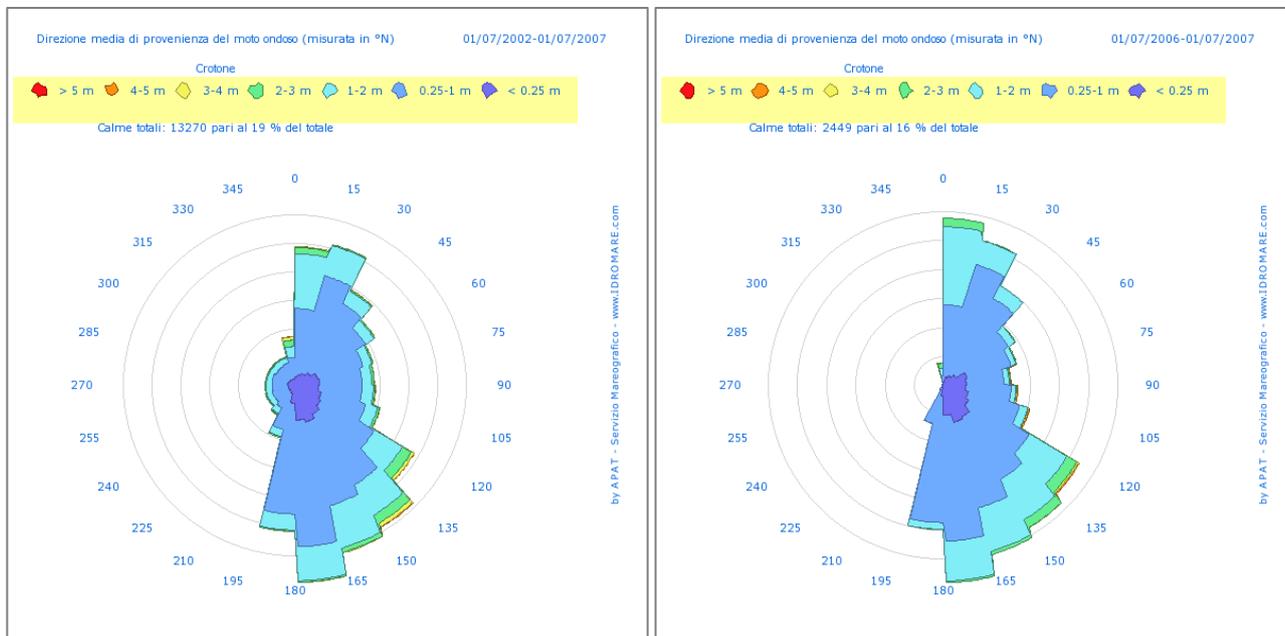


Figura 4.27 – Clima ondoso nella stazione ondometrica di Crotona per il periodo da luglio 2002 a luglio 2007 (a sinistra) e per il periodo da luglio 2006 a luglio 2007 (a destra) (fonte: www.idromare.it)

4.3.3 Salinità

Il mar Mediterraneo è un bacino semichiuso con forte evaporazione ed uno scarso apporto di acque dolci provenienti dai fiumi. I processi di evaporazione sono perlopiù legati al regime dei venti e per questo durante i mesi estivi l'evaporazione è relativamente ridotta. Al contrario, durante il periodo invernale, a causa dell'aria fredda e della prevalenza di venti secchi, si instaurano forti tassi di evaporazione. L'evaporazione, unita al ridotto apporto di acque fluviali, fa sì che il Mediterraneo sia in costante *deficit* idrico. Lo scompenso idrico viene contrastato maggiormente dall'oceano Atlantico attraverso lo Stretto di Gibilterra, grazie all'apporto di ingenti masse d'acqua che provocano forti correnti durante tutto l'anno.

Osservando la mappa di distribuzione della salinità per tutto il bacino del Mar Mediterraneo (Figura 4.28), è possibile notare come, nei primi 30 metri della colonna d'acqua, sia presente un ragguardevole incremento di salinità nell'intero bacino spostandosi da ovest verso est. Si può evincere come le acque atlantiche siano di gran lunga meno salate del margine più orientale del bacino mediterraneo, andando da valori di 36,5 PSU (*Practical Salinity Units*) nello Stretto di Gibilterra, fino a 39,5 PSU in alcuni settori del Mar di Levante.

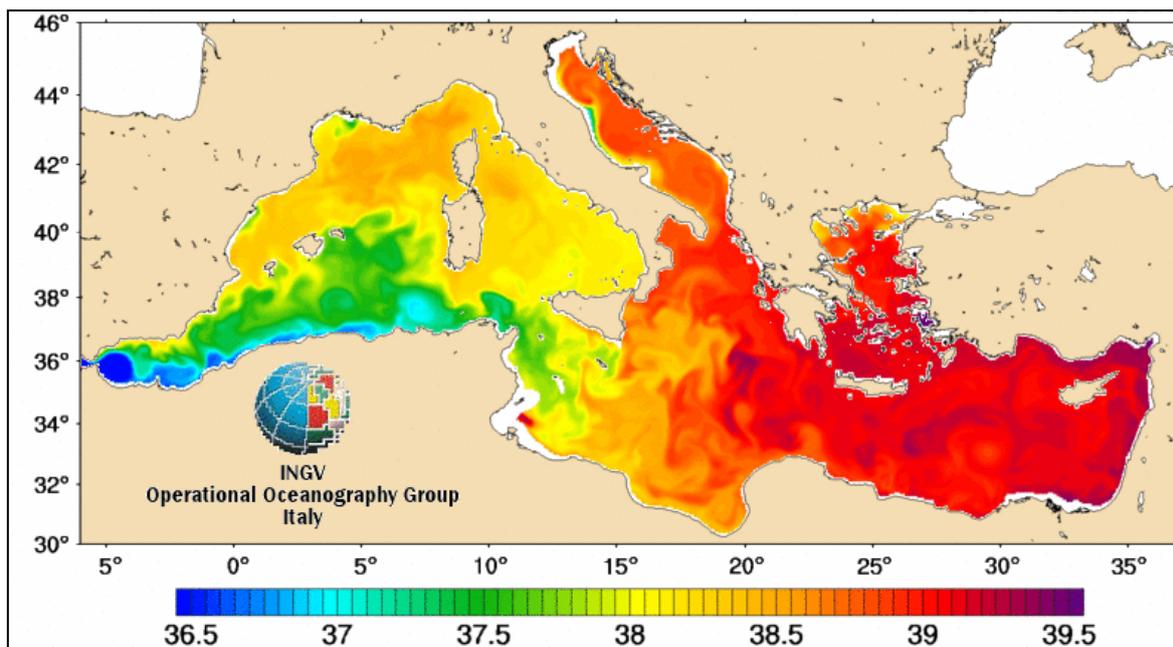


Figura 4.28 – Mappa della distribuzione della salinità in PSU nel Mar Mediterraneo a 30 metri di profondità (fonte: www.gnoo.bo.ingv.it)

Il bacino del Mar Ionio rappresenta uno dei sottobacini che costituiscono il Mar Mediterraneo ed è caratterizzato da profondità di rimescolamento delle acque attorno ai 400 metri (Figura 4.29).

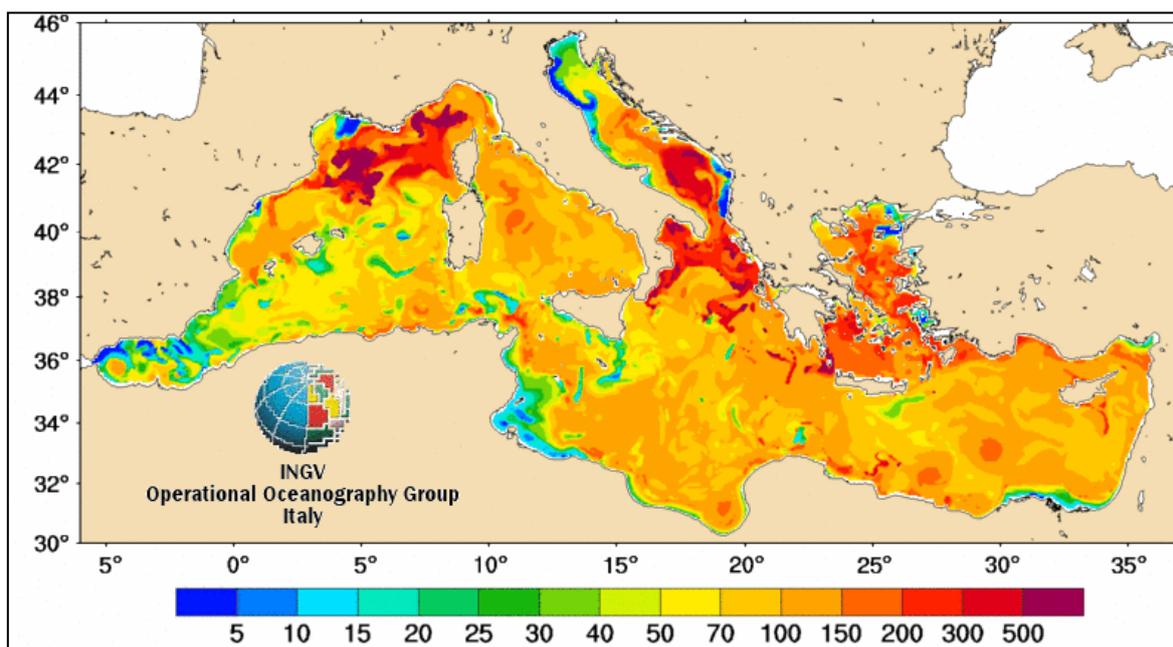


Figura 4.29 – Mappa delle profondità alla quale vi è rimescolamento delle acque (fonte: www.gnoo.bo.ingv.it)

Uno studio condotto tra il 2000 e il 2006 dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale di Trieste, ha analizzato la salinità dei diversi settori del *mare nostrum*, ponendola in relazione con alcuni parametri fisici come pressione, temperatura, densità riferiti alle varie profondità della colonna d'acqua. In ogni sottobacino sono stati rilasciati in mare strumenti in grado di prelevare ed analizzare le distribuzioni dei vari parametri e tra essi il bacino ionico risulta campionato in modo continuo dal 2000 al 2006.

Relativamente allo Ionio, inoltre, per i dati raccolti dal 2000 al 2006, sono state redatte delle mappe di minima e massima salinità. In esse si evince che i valori di salinità minima nello Ionio variano tra i 37,4 ed i

38,9 PSU (Figura 4.30), mentre quelli di massima salinità si attestano attorno ad un valore medio di circa 38,9 PSU (Figura 4.31).

Il lavoro di Poulain e Barbanti (2007) riporta più in dettaglio le medie mensili dei parametri fisici di temperatura potenziale θ , salinità e anomalia di densità potenziale nel Mediterraneo centrale; da ottobre 2004 a dicembre 2006 in Mar Ionio il minimo si attesta a profondità comprese tra 200 e 350 metri, e la salinità, la temperatura e la densità potenziale sono superiori alle medie climatologiche. Inoltre, è stato osservato come, nel 2005, in una zona situata circa nel centro-nord dello Ionio, siano stati registrati profili con un massimo di salinità localizzato nello strato più superficiale della colonna d'acqua (0-100 metri) e con temperature misurate nettamente superiori alla media ($\theta > 20^\circ\text{C}$). Nello Ionio abbiamo temperature medie comprese tra 14-15,5°C e salinità medie tra 38,85 e 38,95 PSU.

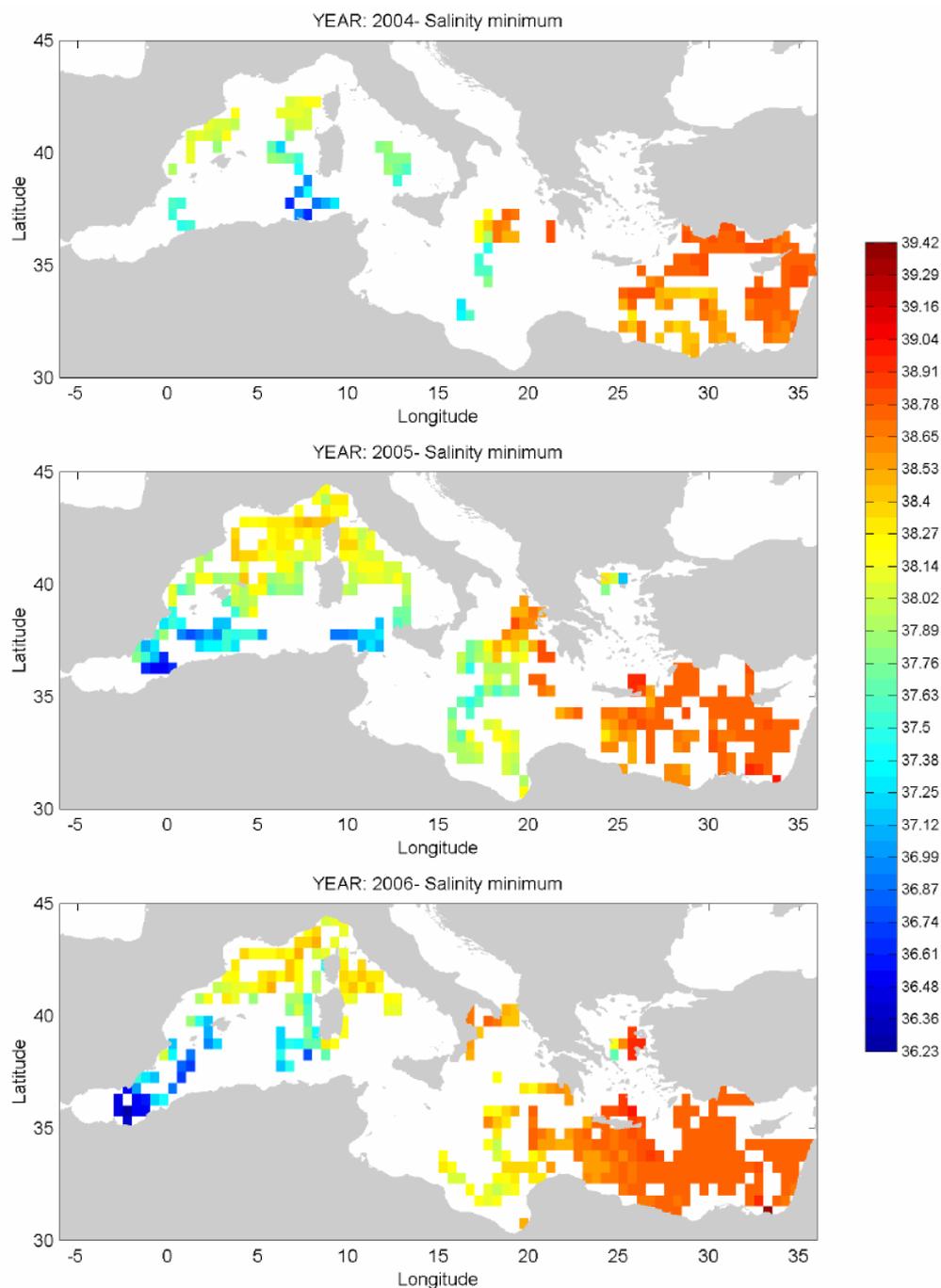


Figura 4.30 – Valore medio dei minimi di salinità nell'intervallo di profondità 0-250 metri calcolato in aree di $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ per gli anni 2004, 2005, 2006 (fonte: Poulain e Barbanti, 2007)

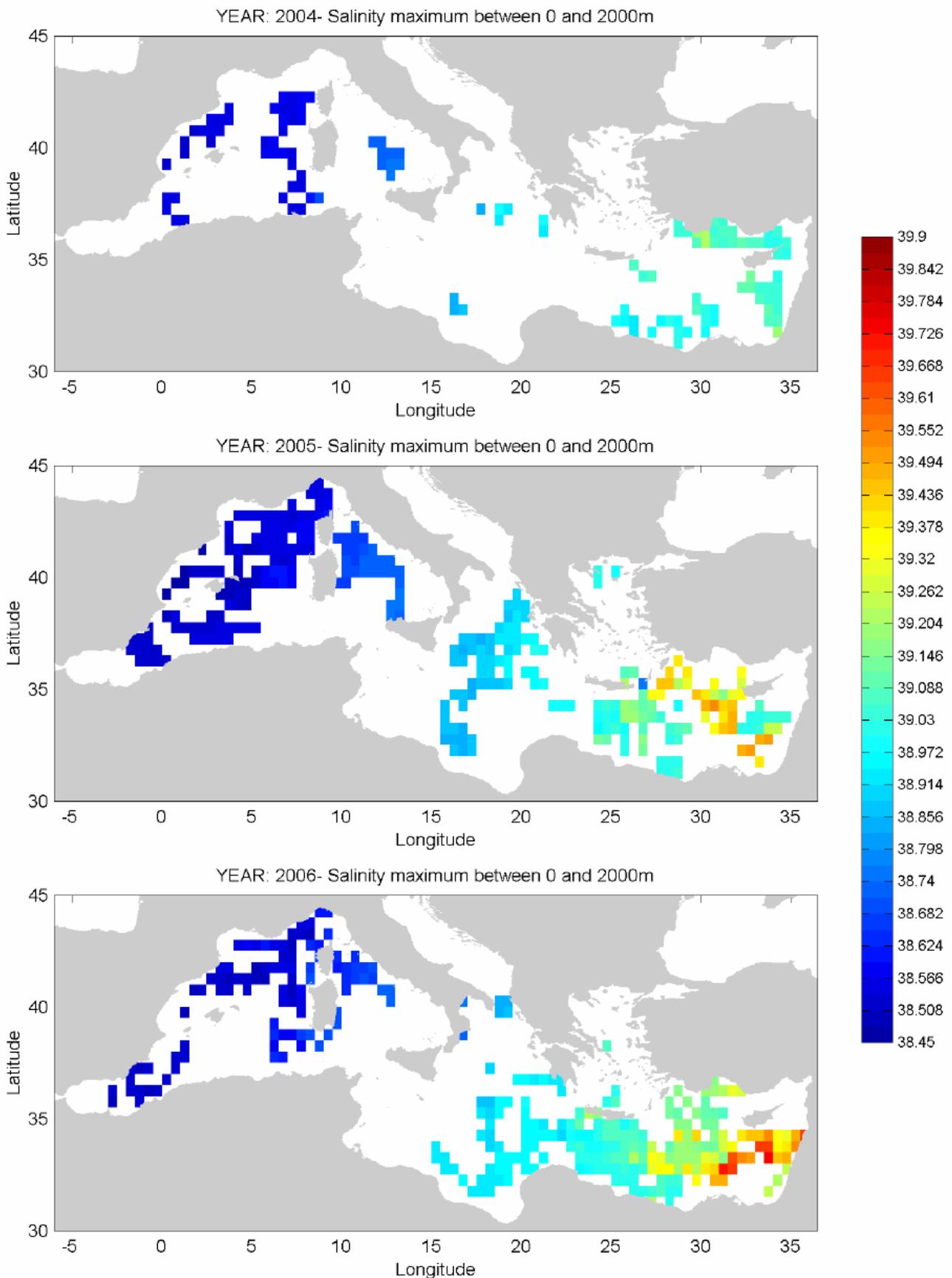


Figura 4.31 – Valore medio dei massimi di salinità nell'intervallo di profondità 0-2000 metri, calcolato in aree di 0.5° x 0.5° per gli anni 2004, 2005, 2006 (fonte: Poulain e Barbanti, 2007)

4.3.4 Venti

L'area mediterranea è condizionata dalla presenza di masse d'aria che ne influenzano la circolazione superficiale. Il triangolo centrale racchiuso tra Italia meridionale, Grecia e nord Africa è di per sé un'area molto complessa sotto questo aspetto, perché caratterizzata dall'incontro dai venti di Scirocco, Grecale e Maestrale che causano delle variazioni nel clima durante tutto l'arco dell'anno.

L'area del bacino del Mar Ionio è interessata da venti dominanti provenienti dal 3° quadrante. Il periodo invernale è caratterizzato da un significativo flusso proveniente da nord-ovest e da nord-est che ruota a nord affacciandosi sulla parte settentrionale del Mar Ionio. La dinamica dei flussi è legata al passaggio dei fronti di alta e bassa pressione da ovest che determinano variazioni a carattere regionale con lo sviluppo di gradienti di pressione.

I flussi legati ai campi barici stagionali sono sostanzialmente due:

- Corrente debole proveniente da E-NE che gira verso SE durante il periodo estivo;
- Forti correnti dai quadranti settentrionali che spazzano il mare talvolta con burrasche (sulla costa salentina) nel periodo invernale.

Analizzando i dati anemometrici scaricati dal sito dell'Istituto di Protezione e Ricerca Ambientale, relativi all'anno 2013, è possibile osservare come nella stazione di Taranto sia stata registrata una prevalenza dei venti provenienti dal quadrante E-NE, senza trascurare la presenza di venti, mediamente più intensi, che spirano dal quadrante di SW e di venti forti, con velocità a volte superiori ai 12 metri al secondo, da S. Nella stazione di Crotona, è stata rilevata invece una predominanza netta dei venti deboli che spirano da NW, anche se si evidenzia una percentuale elevata di venti, più intensi, provenienti sempre dal quadrante SW (Figura 4.32).

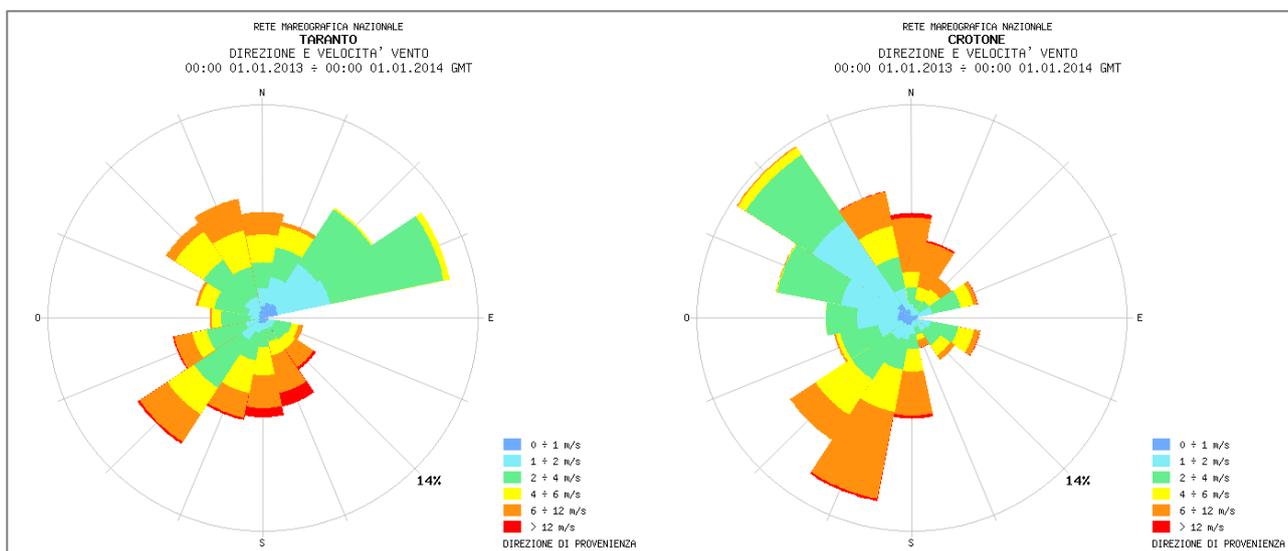


Figura 4.32 - Confronto tra le direzioni dei venti nelle stazioni mareografiche di Taranto e Crotona nel 2013 (fonte: www.mareografico.it)

4.3.5 Correnti marine

Le correnti del Mediterraneo (Figura 4.33) si sviluppano per lo più seguendo le coste in senso antiorario; più precisamente, si muovono verso levante lungo le coste meridionali e verso ponente lungo quelle settentrionali. Una volta varcato lo stretto di Gibilterra, la forza di Coriolis spinge l'acqua verso est dando origine alla corrente algerina. Tale flusso si scontra con la corrente anticiclonica del mare di Alborà e si biforca in due rami, uno che prosegue verso nord in direzione delle isole Baleari e uno in direzione del

Canale di Sicilia. Dirigendosi verso il Canale di Sicilia, la corrente algerina si biforca nuovamente ed un ramo prosegue verso il Canale, mentre l'altro risale verso la Corsica dando origine alla corrente ligure provenzale catalana attraversando il Golfo del Leone. Giunti alla soglia sicula, i bassi fondali del Canale di Sicilia fanno sì che la corrente si divida in due rami dove uno risale verso il Tirreno dando origine a una corrente ciclonica e l'altro prosegue verso oriente per giungere al mare di Levante.

Il bacino del Mediterraneo è interessato da fenomeni di circolazione profonda per lo più nel bacino ligure-provenzale e nello Ionio. Le correnti hanno origine nella stagione invernale a seguito del rapido raffreddamento delle acque provocato dal vento. A seguito dell'aumento di densità, l'acqua si dirige verso il fondo sino ai 2000 metri di profondità, contribuendo al lento ricambio delle acque profonde.

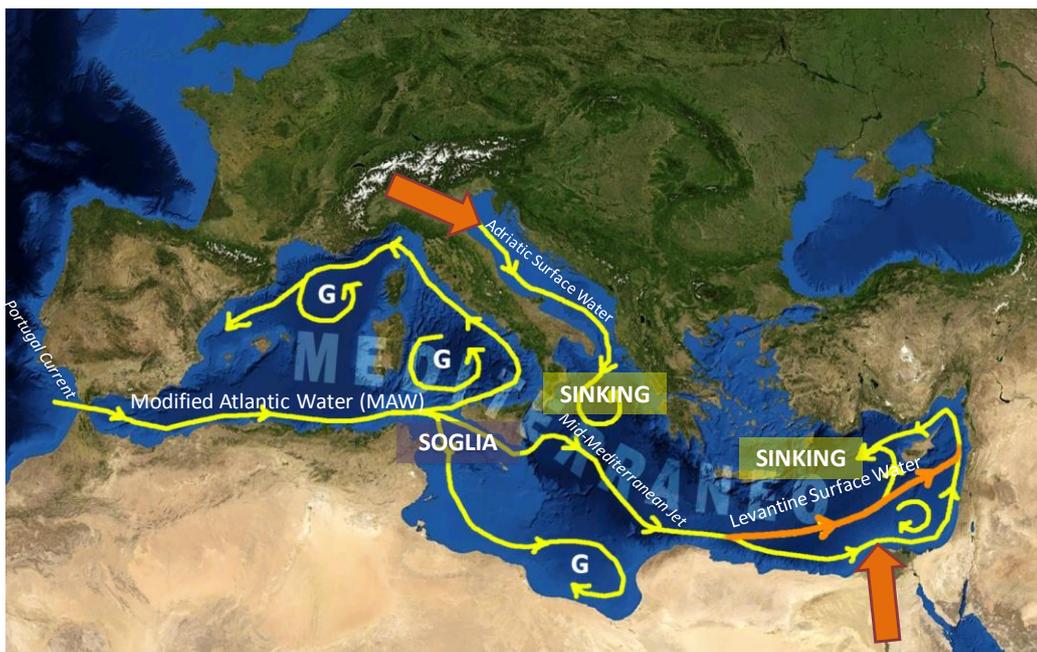


Figura 4.33 – Circolazione semplificata delle correnti all'interno del bacino mediterraneo. "G" sta per Gyre: sistemi di circolazione parzialmente chiusa, in cui una determinata massa d'acqua assume localmente un moto circolare indotto dalla frizione con correnti maggiori e/o venti dominanti. Effetti: isolamento (in senso generale) di porzioni di mare (fonte: Università di Padova)

La struttura delle acque del mar Ionio consiste schematicamente nella sovrapposizione di tre *layers*: acque superficiali di provenienza atlantica (AW), acque intermedie levantine (LIW) che provengono dal Mediterraneo Orientale, e acque profonde, più fredde e salate, che si collocano tra le acque intermedie ed il fondale (*Eastern Mediterranean Deep Water – EMDW*).

Come si può notare in Figura 4.34, le principali correnti che caratterizzano il basso Adriatico e lo Ionio settentrionale non entrano nella zona del Golfo di Taranto. Solo nel mese di novembre una circolazione, dovuta al flusso proveniente dall'Adriatico, entra nel Golfo e percorre le coste pugliesi e lucane con direzione sud-ovest, per poi scendere lungo le coste calabresi.

Le correnti che caratterizzano il Golfo di Taranto ed il settore di mar Ionio nell'*offshore* crotonese risultano di debole intensità e difficilmente raggiungono la velocità di 0,1 metri al secondo; esse provengono dall'Adriatico meridionale, entrano nel Golfo in corrispondenza della penisola Salentina e si muovono con traiettoria prevalentemente ciclonica (Figura 4.35).

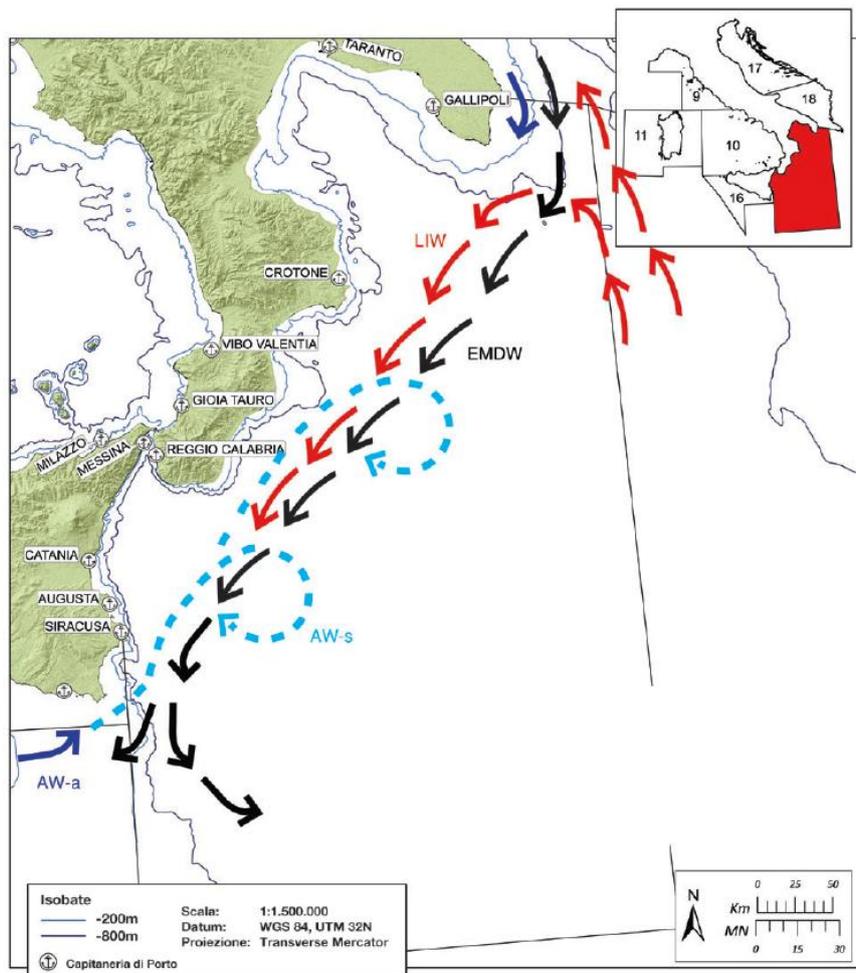


Figura 4.34 – Circolazione delle correnti superficiali (AW), intermedie (LIW) e profonde (EMDW) nel Mar Ionio (da Theocharis et al. 1993). AW-a (blu scuro): circolazione superficiale stagionale delle acque modificate di origine atlantica; AW-s (azzurro): circolazione superficiale stagionale delle acque modificate di origine atlantica; LIW (rosso): circolazione delle acque intermedie di origine Levantina; EMDW (nero): acque profonde del Mediterraneo Orientale (fonte: Lo stato della pesca e dell’acquacoltura nei mari italiani, Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, 2011)

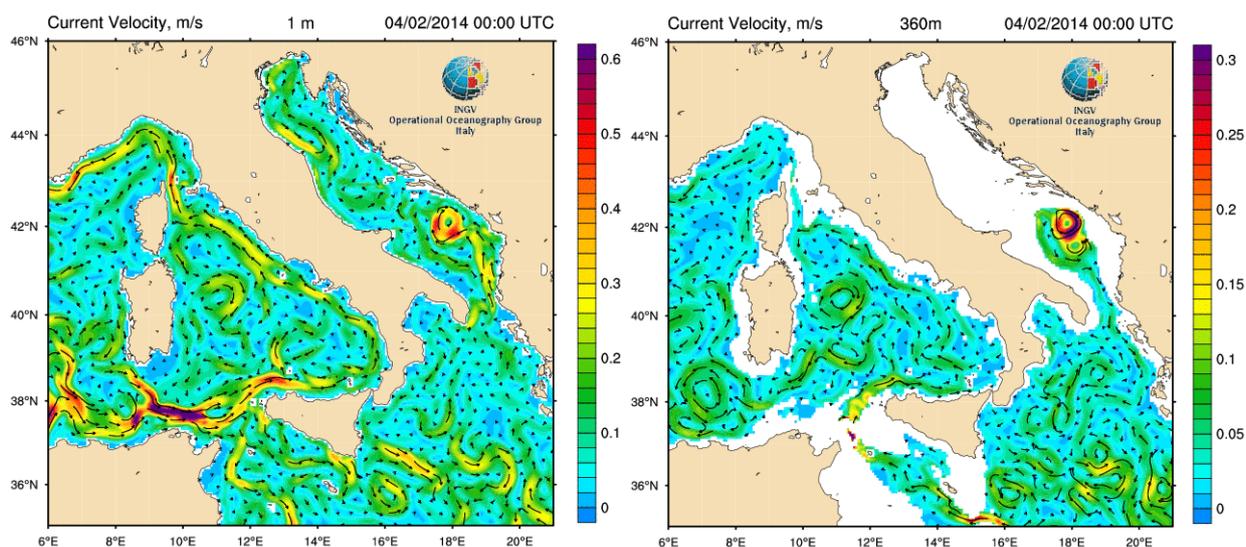


Figura 4.35 – Velocità delle correnti vicino alla superficie e alla profondità di 360 metri. Dati del febbraio 2014, ricavati dal sito internet del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa – GNOO (fonte: gnoo.bo.ingv.it).

4.4 Flora e fauna

4.4.1 Plancton

Il termine “plancton” fu coniato da Hensen nel 1887 per indicare “tutte le particelle di natura organica che galleggiano liberamente ed involontariamente in acque aperte” (AA., 2010).

Il plancton marino è costituito da un’ampia varietà di organismi appartenenti a diversi gruppi tassonomici, e può essere classificato in base a criteri strutturali, funzionali o dimensionali. Esso è tradizionalmente suddiviso in base alla caratteristica trofica in: fitoplancton, organismi autotrofi, e zooplancton, organismi eterotrofi.

Il fitoplancton è costituito da procarioti (essenzialmente cianobatteri) e da nano-e micro-alghe eucariote appartenenti a diversi *taxa*; lo zooplancton è costituito dall’insieme degli organismi eterotrofi appartenenti a diverse suddivisioni tassonomiche. Lo zooplancton concorre alla strutturazione delle comunità planctoniche, nel controllo della produzione e delle dinamiche del fitoplancton e nei processi di rigenerazione dei nutrienti. La mixotrofia è la condizione intermedia tra quelle sopra citate, ovvero la presenza nello stesso organismo dell’eterotrofia e dell’autotrofia (Stoecker, 1999). Questa strategia permette agli organismi fotosintetici di sostenere il loro metabolismo anche attraverso la fagotrofia e/o il carbonio disciolto e ai predatori di fotosintetizzare. Questa modalità nutrizionale porta dei vantaggi ecologici agli organismi, in quanto permette loro di sopravvivere anche in ambienti in cui la luce, i nutrienti, o le particelle di cibo sono limitate.

Con il termine Oloplancton si indicano gli organismi che passano tutto il ciclo vitale nella colonna d’acqua, mentre si usa il termine Meroplancton per indicare quelli che trascorrono nella colonna d’acqua uno stadio del loro ciclo vitale.

Inoltre, il plancton può essere ulteriormente suddiviso in base alle sue dimensioni in:

- Megaplancton, 20-200 cm;
- Macroplancton, 2-20 cm;
- Mesoplancton, 0,2-2 cm;
- Microplancton, 20-200 μm ;
- Nanoplancton, 2-20 μm ;
- Picoplancton, 0,2-2 μm .

In Siokou-Frangou et al., (2010) viene mostrata la distribuzione del plankton, compreso tra 0-200 metri profondità, nell’intero bacino del Mediterraneo, tra cui la zona di interesse nel mar Ionio (Figura 4.36).

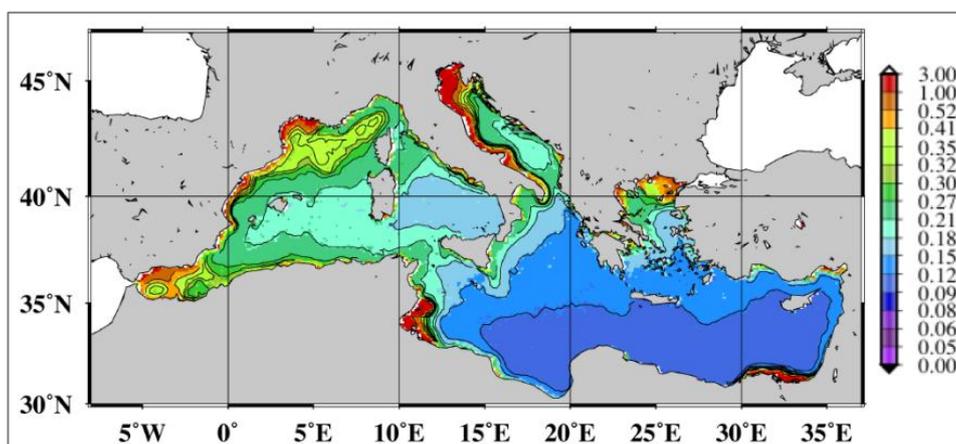


Figura 4.36 - Distribuzione spaziale della clorofilla a derivata da dati satellitari, come riportato da D’Ortenzio e Ribera d’Acalà, 2009 (fonte: Siokou-Frangou et al., 2010)

L'analisi satellitare sulle concentrazioni di clorofilla a (usata come indice di concentrazione del fitoplancton) riportata in quest'articolo, mostra, per l'area oggetto d'interesse, un valore generalmente medio, variando tra 0,18 e 0,27 $\mu\text{g l}^{-1}$. Si può però distinguere una parte più sotto costa dove i valori di clorofilla sono maggiori (intorno ai 0,27 $\mu\text{g l}^{-1}$), mentre nella porzione più in alto mare tale valore diminuisce fino ai 0,18 $\mu\text{g l}^{-1}$.

Studi *in situ* sulla distribuzione delle specie di fitoplancton in mare aperto sono piuttosto sparpagliati sia nello spazio che nel tempo, ed effettuati con tecniche di campionamento diverse, quindi i dati risultanti sono scarsamente confrontabili (Siokou-Frangou et al., 2010). Alcuni di questi studi hanno mostrato che esiste un gradiente crescente di diversità in direzione ovest-est, a livello dell'intero bacino, per quanto riguarda i coccolitofori, mentre un *trend* contrario è presente per le diatomee (Ignatiades et al., 2009). Nel 1999, Dolan et al., hanno mostrato che le Crysophite avevano, invece, un gradiente di diminuzione ovest-est, mentre per i cianobatteri tale gradiente non veniva riscontrato.

In generale, in tutto il bacino del Mediterraneo, la dominanza della biomassa di fitoplancton è data da cianobatteri e piccoli flagellati (Yacobi et al., 1995; Dolan et al., 2002; Ignatiades et al., 2002; Casotti et al., 2003; Brunet et al., 2007; Tanaka et al., 2007); inoltre, questi organismi, appartenenti al picoplancton, sono prevalentemente presenti nello strato più superficiale della colonna d'acqua (Yacobi et al., 1995).

Tra i procarioti presenti nel picoplancton si possono trovare in abbondanza *Synechococcus* e *Prochlorococcus* mentre tra gli eucarioti possono essere abbondanti diatomee come *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Minidiscus*, *Skeletonema* (Siokou-Frangou et al., 2010).

Nel nanoplancton è comune ritrovare Coccolitofori, dinoflagellati e Crisofite. Tra questi, i Coccolitofori mostrano una grande abbondanza e diversificazione (Siokou-Frangou et al., 2010).

Per quanto riguarda il microplancton, molto importanti sono le diatomee, tra cui si ritrovano soprattutto i generi: *Asterionellopsis*, *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Thalassionema*, *Thalassiosira* (Siokou-Frangou et al., 2010).

I Ciliati, in tutto il bacino, mostrano una grande variabilità sia in termini di diversità che di abbondanza (Siokou-Frangou et al., 2010). Di questo gruppo l'ordine degli oligotrichi sembra essere dominante (Lynn e Small, 2000).

4.4.2 Ittiofauna

Nello studio di D'Onghia et al. (2004) vengono riportati i dati tratti dalla campagna DESEAS effettuata nel 2001. L'autore mostra le distribuzioni dell'ittiofauna e dei crostacei a profondità comprese tra i 600 ed i 4000 metri in diverse zone del Mediterraneo, tra cui parte della costa Calabrese (Figura 4.37). Quest'area di campionamento non è molto vicina alla zona d'interesse di questo studio, ma può comunque fornire un'idea dei popolamenti che vi si possono trovare.

I risultati mostrano la presenza di 30 specie di pesci (26 teleostei e 4 condroitti) e 25 di crostacei. Entrambi i pesci ed i crostacei hanno mostrato un aumento in densità fino alla profondità di 1200 metri, seguita da un successivo decremento. Inoltre, i pesci contavano per la maggior densità fino ai 1700 metri di profondità, mentre oltre erano i crostacei ad essere maggiormente presenti. Per quanto riguarda la biomassa, solo i pesci hanno mostrato un aumento fino ai 1200 metri di profondità.

L'analisi dei dati ha evidenziato inoltre, una zonazione delle specie a seconda della profondità. Fino a 1200 metri si ha una maggioranza delle specie *M. moro*, *G. melastomus*, *P. blennoides*, *N. sclerorhynchus*, *L. crocodilus* e *H. mediterraneus*; le profondità comprese tra 1500 – 2000 metri sono caratterizzate dalle

specie *B. mediterraneus*, *L. lepidion* e *A. eximia*, mentre le profondità maggiori sono caratterizzate dalle specie *C. mediterranea* e *A. eximia*.

Nello studio di Maiorano et al. (2010), vengono presentati i dati raccolti durante diverse campagne nel periodo 1985 – 2008 riguardanti le specie demersali. In particolare per il periodo 1994-2007 ne è stata valutata l'abbondanza e la biomassa (Figura 4.38).

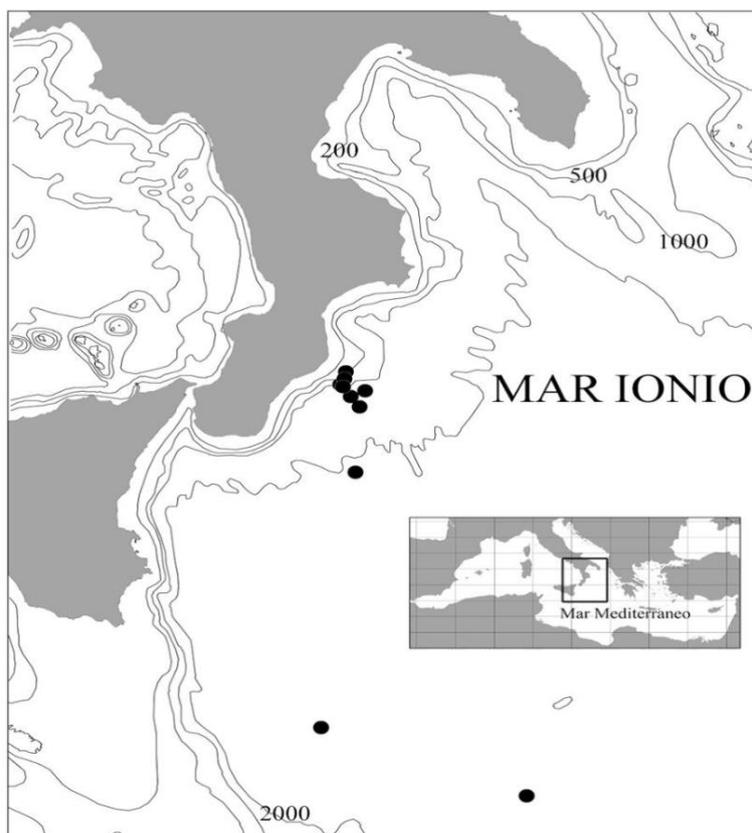


Figura 4.37 – Area di campionamento della campagna DESEAS del 2001 (fonte: D'Onghia et al., 2001)

Project	Date	Study area	Depth (m)	Sampling gear	Mesh size (mm)
GRUND	1985–2008	North-western Ionian Sea, Cape Otranto–Cape Passero (GSA 19)	10–800	Commercial trawl net	40
MEDITS	1994–2008	North-western Ionian Sea, Cape Otranto–Cape Passero (GSA 19)	10–800	Experimental trawl net	20
RED SHRIMPS	1993–1996	North-western Ionian Sea, Cape Otranto–Cape Passero (GSA 19)	200–800	Commercial trawl net	40
DEEP FISHERIES	1995–1999	North-western Ionian Sea, Calabrian area	200–800	Commercial trawl net	40
INTERREG Italy–Greece	1999–2001	North-western Ionian Sea, Apulian area	300–1200	Commercial trawl net	40
DESEAS	2001–2002	North-western Ionian Sea, Calabrian area	600–4000	Experimental otter trawl Maireta net	20
APLABES	2002–2006	North-western Ionian Sea, Apulian area	300–800	Commercial trawl net	40
RIME	2003–2004	North-western Ionian Sea, Apulian area	300–1200	Commercial trawl net	40
GAVIS	2006–2007	North-western Ionian Sea, Apulian area	400–1200	Experimental otter trawl Maireta net	20

Figura 4.38 – Campagne di campionamenti da cui sono stati tratti i dati utilizzati da Maiorano et al., 2010 (fonte: Maiorano et al., 2010)

In Figura 4.39, vengono mostrate le specie ritrovate dalle campagne precedentemente menzionate durante il periodo considerato, con il relativo *range* batimetrico.

Species	Depth (m)	
	Min.	Max.
Cephalopods (41 species collected)		
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i> (D'Orbigny, 1842)	508	563
<i>Brachioteuthis riisei</i> (Steenstrup, 1882)	314	606
<i>Chiroteuthis veranii</i> (Férussac, 1835)	345	670
<i>Ctenopteryx sicula</i> (Verany, 1851)	501	501
<i>Galiteuthis armata</i> Joubin, 1898	1123	1123
<i>Neorossia caroli</i> (Joubin, 1902)	131	779
<i>Octopoteuthis sicula</i> Rüppell, 1844	501	618
<i>Octopus defilippi</i> Verany, 1851	25	40
Crustaceans (76 species collected)		
<i>Chaceon mediterraneus</i> Manning & Holthuis, 1989	3300	3300
<i>Ebalia nux</i> A. Milne-Edwards, 1883	736	736
<i>Gennadas elegans</i> (S.I. Smith, 1882)	800	1500
<i>Munida rutilanti (iris)</i> Zariquiey Alvarez, 1952	101	800
<i>Nematocarcinus exilis</i> Bate, 1888	190	4000
<i>Philocheras echinulatus</i> (M. Sars, 1861) ^a	161	595
<i>Plesionika acanthonotus</i> (S.I. Smith, 1882)	284	1239
<i>Scyllarus pygmaeus</i> (Bate, 1888) ^a	96	564
Chondrichthyes (33 species collected)		
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)	429	1218
<i>Heptranchias perlo</i> (Bonnaterre, 1788)	322	345
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	16	85
<i>Oxynotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)	495	800
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	149	560
<i>Raja montagui</i> Fowler, 1910	31	314
<i>Rostroraja alba</i> (Lacépède, 1803)	532	532
Osteichthyes (215 species collected)		
<i>Catastyx laticeps</i> Koefoed, 1927 ^a	2000	3300
<i>Coelorinchus mediterraneus</i> Iwamoto & Ungaro, 2002 ^a	917	1500
<i>Coryphaenoides guentheri</i> (Vaillant, 1888) ^a	1500	1700
<i>Coryphaenoides mediterraneus</i> (Giglioli, 1893) ^a	1054	4000
<i>Deltentosteus collonianus</i> (Risso, 1820) ^a	153	153
<i>Diaphus metopoclampus</i> (Cocco, 1829) ^a	312	662
<i>Dysomma brevirostre</i> (Facciola, 1887) ^a	264	504
<i>Elates ransonnetii</i> (Steindachner, 1876) ^b	20	20
<i>Gobius geniporus</i> Valenciennes, 1837 ^a	34	165
<i>Grammonus ater</i> (Risso, 1810) ^a	654	654
<i>Hygophum hygomii</i> (Lütken, 1892) ^a	316	1142
<i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810) ^a	504	1700
<i>Lobianchia gemellarii</i> (Cocco, 1838) ^a	528	528
<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller & Troschel, 1848)	66	400
<i>Synapturichthys kleinii</i> (Risso, 1827) ^a	16	171
<i>Syngnathus taenionotus</i> Canestrini, 1871 ^a	101	101
<i>Syngnathus tenuirostris</i> Rathke, 1837 ^a	60	60
<i>Tetragonurus cuvieri</i> (Risso, 1810)	300	300
<i>Vinciguerra attenuata</i> (Cocco, 1838) ^a	73	569

Figura 4.39 – Specie trovate durante le campagne mostrate in Figura 4.37 con il relativo range batimetrico (fonte: Maiorano et al., 2010)

A riguardo della frequenza di ritrovamento, tra i cefalopodi le specie più comunemente rinvenute nel periodo considerato sono state: *Illex coindetii*, *Eledone cirrhosa*, *Sepietta oweniana* e *Todaropsis eblanae*. Tra i crostacei le specie più frequentemente ritrovate sono state: *Parapenaeus longirostris*, *Plesionika martia*, *Polycheles typhlops*, *Nephrops norvegicus* e *Aristeus antennatus*.



Per i pesci cartilaginei, le specie più comuni erano *Galeus melastomus* e *Etmopterus spinax*, mentre tra i teleostei le più comuni erano *Merluccius merluccius*, *Phycis blennoides*, *Lophius budegassa* e *Helicolenus dactylopterus dactylopterus*; inoltre molto frequenti erano anche *Hymenocephalus italicus*, *Hoplostethus mediterraneus mediterraneus*, *Micromesistius poutassou* e *Nezumia sclerorhynchus*.

Gli autori riportano, che nel periodo di tempo considerato è stato trovato un aumento di densità per cefalopodi, crostacei e pesci ossei, ma non per i pesci cartilaginei. Questo aumento è stato messo in relazione con la diminuzione della pressione di pesca per l'area considerata.

4.4.3 Mammiferi marini

Nel mar Mediterraneo sono presenti più specie di mammiferi marini. Essi sono rappresentati principalmente da specie appartenenti all'ordine dei cetacei e da una sola specie appartenente alla famiglia dei Focidi.

Al fine di proteggere la cetofauna, è stato siglato l'accordo ACCOBAMS (Accordo sulla Conservazione dei Cetacei nel Mar Nero, Mar Mediterraneo e Aree Atlantiche Contigue) che è uno strumento di cooperazione per la conservazione della biodiversità marina nel mar Mediterraneo e nel mar Nero. Il suo scopo è quello di ridurre le minacce per i cetacei e migliorare la nostra conoscenza di questi animali.

La direttiva impone agli Stati membri di attuare un dettagliato piano di conservazione per i cetacei, basato sul rispetto della legislazione che vieta la cattura intenzionale di cetacei, sulle misure per ridurre al minimo la cattura accidentale e, infine, sulla creazione di aree protette.

L'accordo di ACCOBAMS deriva dalla cooperazione tra i Segretariati di quattro convenzioni:

- La Convenzione di Barcellona sulla Protezione dell'Ambiente Marino e della Costa Mediterranea (e il suo nuovo Protocollo di Applicazione relativo alle Zone a Protezione Speciale e alla Diversità Biologica nel Mediterraneo, adottato il 10 giugno 1995);
- La Convenzione di Bonn sulla Conservazione delle Specie Migratrici della Fauna Selvatica;
- La Convenzione di Berna sulla Conservazione della Fauna Selvatica Europea e degli Habitat Naturali;
- La Convenzione di Bucarest sulla protezione del mar Nero contro l'inquinamento, che si è iscritta al gruppo delle convenzioni più tardi.

Nel corso di due incontri svoltisi nel Principato di Monaco, le Parti hanno negoziato un progetto di accordo sulla conservazione dei cetacei nel Mediterraneo e del mar Nero. Al tavolo erano presenti rappresentanti oltre 20 paesi del Mediterraneo e del mar Nero, nonché osservatori di molte organizzazioni intergovernative e non governative.

Nella pubblicazione di Mo (2010), viene indicato che la cetofauna identificata nei mari italiani annovera gli esemplari appartenenti a 15 specie, di cui solo 8 sono considerate regolarmente presenti nei mari italiani con popolazioni che si presuppone compiano il loro intero ciclo biologico nei nostri mari (Notarbartolo di Sciarra e Demma, 1997). Esse sono:

- *Balaenoptera physalus* (Balenottera comune);
- *Physeter catodon* (Capodoglio);
- *Ziphius cavirostris* (Zifio);
- *Tursiops truncatus* (Tursiope);
- *Stenella coeruleoalba* (Stenella striata);
- *Delphinus delphis* (Delfino comune);
- *Grampus griseus* (Grampo);

- *Globicephala melas* (Globicefalo).

E' ritenuta occasione, invece, l'osservazione di esemplari di altre sette specie di mammiferi marini, che sono:

- *Orcinus orca* (Orca);
- *Steno bredanensis* (delfino di grosse dimensioni detto steno);
- *Pseudorca crassidens* (pseudorca);
- *Balaenoptera acutorostrata* (Balenottera minore o rostrata).

La Società Italiana di Biologia Marina (SIBM), su incarico della Direzione Generale per la Protezione della Natura e del Mare (DPNM) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MiATM), ha rivisto ed aggiornato la *checklist* delle specie marine della fauna italiana. Lo studio ha suddiviso i mari italiani in otto aree principali, più un "microsettore" (Figura 4.40).

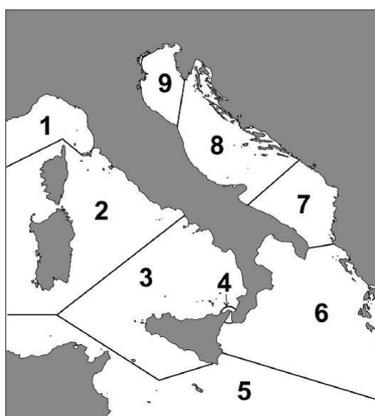


Figura 4.40 - I nove settori biogeografici dei mari Italiani (fonte: S.I.B.M. - [www.sibm.it/CHECKLIST/BMM%2017\(s1\)%202010%20Checklist%20II/02%20Introduzione%20Check.pdf](http://www.sibm.it/CHECKLIST/BMM%2017(s1)%202010%20Checklist%20II/02%20Introduzione%20Check.pdf))

L'area oggetto di questo studio rientra nel settore 6, il quale comprende la costa orientale della Sicilia (escluso lo Stretto di Messina), le coste ioniche della Calabria e della Basilicata e la porzione meridionale della penisola salentina fino ad Otranto.

In Tabella 4.1 viene indicata la presenza delle specie di mammiferi marini che è possibile trovare nei diversi mari italiani. Nella dodicesima colonna (CAR), ne sono indicate le possibili caratteristiche: E) endemica italiana; M) minacciata, sulla scorta delle conoscenze dell'autore o perché presente nelle liste di allegati di Convenzioni Internazionali; AL) aliena o non indigena, senza distinzione tra le varie tipologie. Nella tredicesima colonna (SIN) vengono indicate con una sigla eventuali sinonimie e nella quattordicesima (NOTE) annotazioni riguardanti questioni sistematiche, nuove segnalazioni, etc.

Dalla tabella è possibile vedere che le specie segnalate per il settore 6 sono: *Balenoptera acutorostrata* e *Balenoptera physalus* per la famiglia dei Balaenopteridae; *Physeter catodon* (attualmente nominato *Physeter macrocephalus* secondo la *Red list* dello IUCN; www.iucnredlist.org/details/41755/0) per la famiglia dei Physeteridae. *Ziphius cavirostris* per la famiglia degli Ziphiidae; *Delphinus delphis*, *Globicephala melas*, *Grampus griseus*, *Orcinus orca*, *Stenella coeruleoalba* e *Tursiops truncatus* per la famiglia dei Delphinidae.

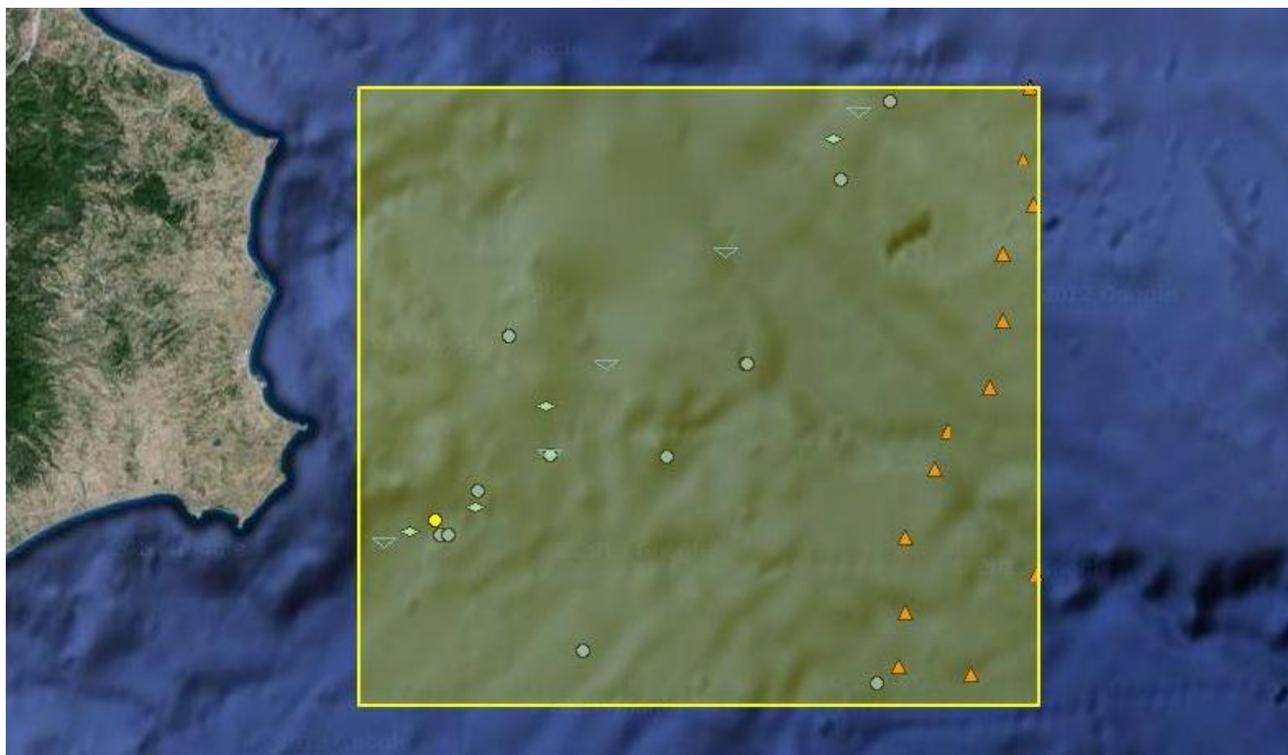
In base alle loro preferenze di habitat si riconoscono mammiferi marini che prediligono aree costiere, come il tursiopo e il delfino comune, con profondità che non superano i 500 metri, ed area pelagiche, dove si riscontrano la balenottera comune, lo zifio, il globicefalo e la stenella striata. La scarpata profonda invece è l'habitat prediletto dalle forme come il capodoglio e il grampo.

		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 Physeteridae													
<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
Ordine Carnivora													
Famiglia Phocidae													
<i>Monachus</i>	15701	Fleming, 1822											
<i>Monachus monachus</i>	15702	(Hermann, 1779)											
			x	x		x	x				M	a6	A16; A17

Tabella 4.1 - Lista dei mammiferi marini dei mari italiani. La colonna N° 6 fa riferimento alla fauna presente nella regione biogeografica 6 dello Ionio settentrionale (fonte: Mo G., 2010)

Il sito OBIS SEAMAP (*Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations*) è un *database online* georeferenziato, dove vengono riportati i dati delle osservazioni su mammiferi marini, uccelli marini e tartarughe marina, svolte in tutto il mondo.

Al fine di quantificare in modo più accurato la presenza di mammiferi marini nell'area oggetto d'indagine, da questo *database* è stata selezionata una porzione di mare in un ampio intorno all'area oggetto d'interesse (Figura 4.41).



<input type="checkbox"/>	Species name	Common name	Rank
Marine mammals (3)			
<input type="checkbox"/>	 Delphinidae	dolphins	Family
<input type="checkbox"/>	 <i>Physeter macrocephalus</i>	Sperm Whale	Species
<input type="checkbox"/>	 <i>Stenella coeruleoalba</i>	Striped Dolphin	Species
Sea turtles (1)			
<input type="checkbox"/>	 <i>Caretta caretta</i>	Loggerhead	Species

Figura 4.41 - Sopra, immagine tratta dal sito OBIS-SEAMAP (*Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations*) in cui viene evidenziata, in giallo, l'area presa in considerazione. (seamap.env.duke.edu/); Sotto, legenda delle specie presenti nell'area considerata (fonte: *Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations* - seamap.env.duke.edu/)

Dal sito OBIS-SEAMAP è stato ottenuto il numero di osservazioni per le specie di mammiferi e rettili marini presenti nella area circoscritta (Tabella 4.2). Si nota l'assenza di osservazioni per alcun tipo di specie dell'avifauna marina.

Specie	Periodo	Numero di osservazioni totali	Numero totale di individui osservati
<i>Stenella coeruleoalba</i>	1987 – 2010	18	44
<i>Physeter macrocephalus</i>	1997	5	7
<i>Caretta caretta</i>	2004	13	13
Delphinidae (non determinato)	1997	1	5

Tabella 4.2 - Tabella riassuntiva dei dati estrapolati dal sito Obis Seamap (fonte: seamap.env.duke.edu/)

L'area oggetto di studio non sembrerebbe altamente frequentata dai mammiferi marini. Infatti, per *Stenella coeruleoalba*, la specie maggiormente presente, è stato registrato l'avvistamento di 44 organismi in un arco di 23 anni, mentre per *Caretta caretta* solo nel 2004 sono stati osservati 13 individui. Il capodoglio ha mostrato solo 7 individui osservati nel 1997. Bisogna tenere conto che, anche se questo tratto di mare non sembra molto frequentato dai mammiferi marini, potrebbe esserci una sottostima delle popolazioni di tali mammiferi dovuta ad una carenza di dati.

Di seguito si riportano le descrizioni delle specie di mammiferi marini presenti nel settore 6, come riportato in Tabella 4.1, al fine di ottenere un'esauriente rappresentazione della presenza di questi organismi nella zona d'interesse.

4.4.3.1 Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*)

La balenottera comune è un cetaceo prevalentemente pelagico, tuttavia non è raro incontrarlo anche in prossimità delle coste a seconda della distribuzione delle sue prede.

Essa è elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e in Allegato II della Convenzione di Bonn. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale e inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006). I dati del passato e quelli attuali (dal 1992 al 2009) sembrano indicare un lento e continuo declino della dimensione della popolazione, stimata attualmente in 500 individui maturi. La specie, pertanto, sarebbe valutata Minacciata (EN) secondo il criterio C2a(ii), ma viste le immigrazioni di individui dall'Atlantico, subisce un *downlisting* di categoria e viene valutata Vulnerabile (VU; Dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

La velocità media del nuoto è di circa 5 nodi ma in casi eccezionali può raggiungere i 20 nodi. Gli esemplari all'interno dell'area Pelagos (Santuario dei Cetacei) si presentano preferenzialmente isolati o in coppia e, più raramente, in gruppi che possono raggiungere i 6 o 7 individui.

In Mediterraneo la preda più nota è il krill, l'eufausiaceo planctonico *Meganyctiphanes norvegica*, di cui sembra si alimenti prevalentemente in estate.

Ha una distribuzione regolare in tutti i mari italiani (Figura 4.42) ed in genere viene osservata nelle acque oltre la piattaforma continentale, a profondità tra i 400 e i 2500 metri (Notarbartolo di Sciarra et al., 2003). La balenottera comune è frequente in estate nel Mar Ligure, Mare di Corsica, Alto e Medio Tirreno, Mare di Sardegna settentrionale e nello Ionio. E' Regolare nelle zone più profonde dell'Adriatico in periodi primaverili ed estivi (Fortuna et al., 2011) e nelle zone intorno a Lampedusa, che rappresentano aree di alimentazione invernale (Canese et al., 2006). Lungo le coste italiane del Mar Ionio la sua presenza è documentata, ma al momento le informazioni sono sporadiche. Il Tirreno orientale, invece, potrebbe rappresentare un corridoio importante per questa specie (Arcangeli et al., 2012). Nell'area tra il Mar Ligure e il Mar Tirreno centrale la stima minima è di 500 individui (Lauriano et al., 2011). Nel Santuario Pelagos, il

confronto tra i dati del 1992 (Forcada et al., 1995) e del 2009 (Panigada et al., 2011) sembrano indicare un declino della dimensione della popolazione, anche se i risultati devono essere paragonati con cautela a causa delle differenze tra le piattaforme di studio, le dimensioni delle aree indagate e il tempo intercorso.

Le differenze stagionali in termini di densità di popolazioni (maggiore in estate e minore nel periodo invernale) sono in accordo con le informazioni oceanografiche disponibili, che evidenziano un'alta percentuale di biomassa nel Santuario nel periodo estivo e sembrano confermare il fatto che le balenottere utilizzino solo stagionalmente la regione del Santuario, migrando altrove negli altri periodi dell'anno. Uno studio di Castellote et al. (2009) sembra evidenziare uno spostamento delle balenottere dal Santuario, dove risiedono in estate, verso le coste meridionali della Spagna e la costa nordafricana dove trascorrerebbero il periodo invernale.

Le frequenti osservazioni estive di neonati lasciano presumere che la stagione riproduttiva non sia esclusivamente legata al periodo invernale come avviene nelle popolazioni atlantiche.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 15 Hz a 35 Hz.

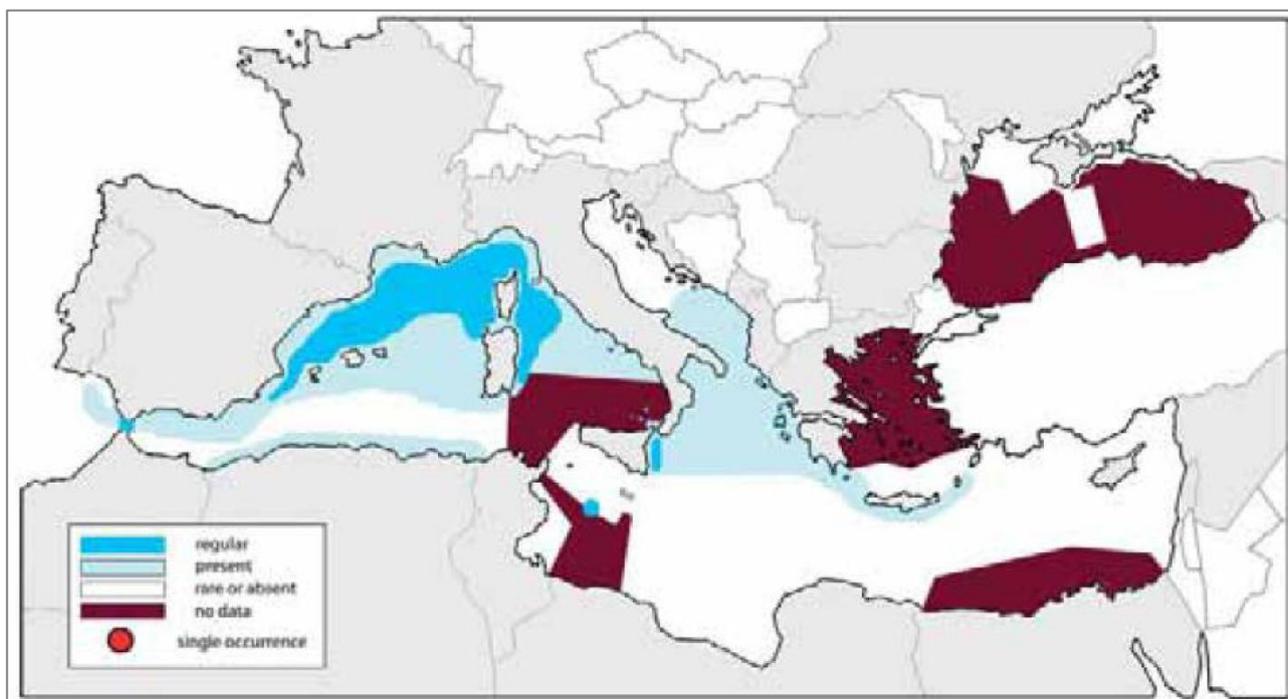


Figura 4.42 - Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Per quanto riguarda la zona oggetto d'indagine la Balenottera comune è considerata presente. Ciononostante, essa non era presente nei dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP nel cui *database* non è stata ritrovata alcuna osservazione.

4.4.3.2 Balenottera minore (*Balenoptera acutorostrata*)

È la più piccola della famiglia (7-10 metri) e sembra essere un animale piuttosto solitario, con gruppi di massimo tre individui. Viene avvistata piuttosto raramente nel Mediterraneo, in cui la sua presenza è ritenuta occasionale (Figura 4.43). Pare che il numero di individui sia ridotto a circa 500.000 unità in tutto il mondo; questa balenottera è infatti ancora oggi cacciata per fini commerciali in alcuni paesi. La Balenottera minore in genere viene più facilmente osservata nelle acque che sovrastano la piattaforma continentale, anche se frequenta il mare aperto. Nell'emisfero settentrionale questo cetaceo si nutre soprattutto di Pesci

appartenenti alle famiglie dei Salmonidi, Clupeidi e Gadidi. Nell'emisfero australe prevalgono invece i crostacei planctonici Eufausiacei.

Gli accoppiamenti e le nascite avvengono nelle acque calde di entrambi gli emisferi, dove le balenottere minori migrano dai poli come fanno altri Mysticeti. Gli adulti degli oceani settentrionali hanno una lunghezza media di 7 metri, valore quasi massimo per le acque italiane, mentre quelli dei mari australi possono raggiungere i 10 metri. Per il Mediterraneo non si dispone di valutazioni di consistenza di popolazioni, anche perché probabilmente gli individui avvistati appartengono alle popolazioni del nord Atlantico, da cui possono provenire. La balenottera minore è avvistata più frequentemente nelle acque del Mar Ligure e del Tirreno, più raramente in Adriatico. E' sconosciuta la dinamica dei suoi spostamenti.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 80 Hz a 22 kHz.

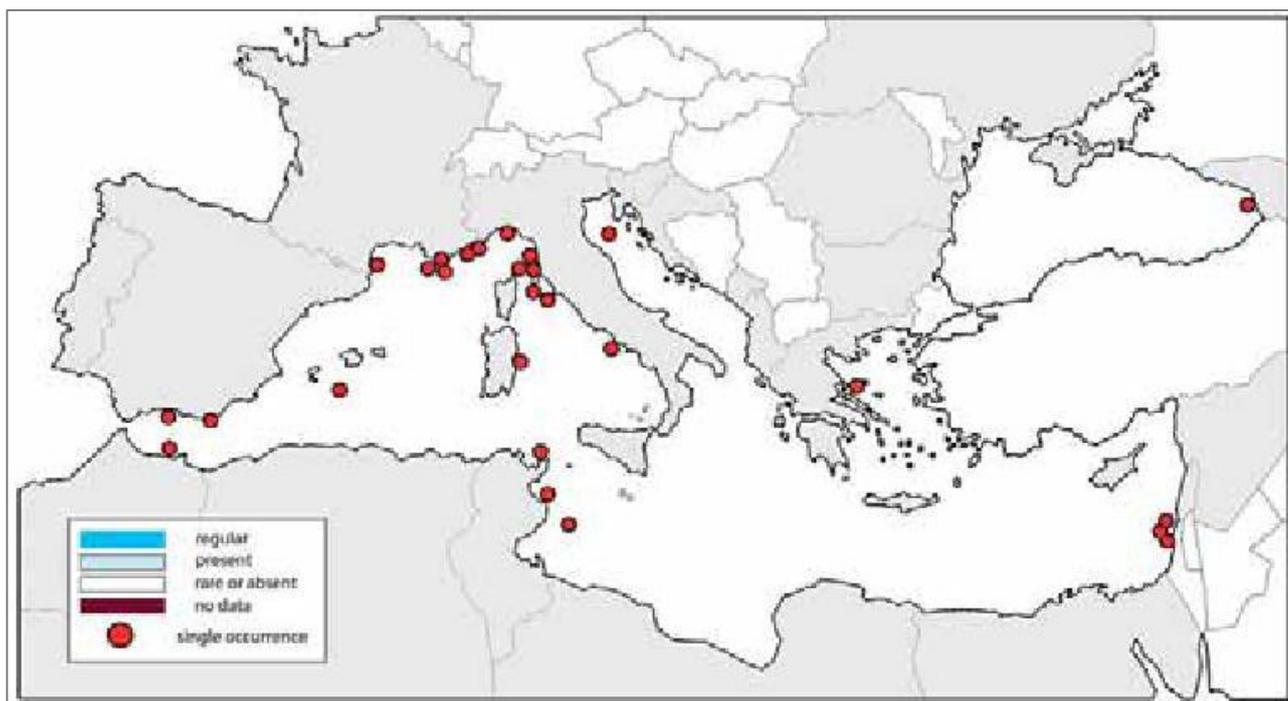


Figura 4.43 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nella zona interessata da questo studio la balenottera minore risulta essere rara o assente. Tale dato sembrerebbe confermato anche dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP nel cui *database* non è stata ritrovata alcuna osservazione.

4.4.3.3 Capodoglio (*Physeter macrocephalus*)

Elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e in Allegato II della Convenzione di Bonn. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale e inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciara, 2006).

La popolazione del Capodoglio in passato ha subito un declino importante a causa delle spadare nel Mar Tirreno e nel Mediterraneo centrale. A seguito del bando totale delle spadare, la situazione sembra essere migliorata, nonostante la mortalità dovuta alle attività illegali di pesca. Attualmente, si stimano non più di 2500 individui maturi in tutto il Mediterraneo tutti inclusi in una sola popolazione. Per queste ragioni la specie viene valutata In Pericolo (EN; dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Il capodoglio è il più grande odontoceto esistente: il maschio raggiunge i 18 metri di lunghezza e supera le 50 tonnellate di peso, mentre la femmina si ferma a circa 12 metri di lunghezza.



Specie criptica, teutofaga, che predilige acque pelagiche profonde, potendo immergersi anche oltre i 2.500 metri, e la zona della scarpata continentale, particolarmente ricca di Cefalopodi di cui si nutre. Si avvicina alle coste solo dove i fondali sono particolarmente scoscesi. Specie con una complessa struttura sociale, molto coesa e matriarcale (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

I maschi lasciano i gruppi familiari, costituiti da femmine e sub-adulti ad un'età compresa tra i 3 ed i 15 anni, per formare dei gruppi di aggregazione, senza una precisa struttura sociale, di individui con un'età omogenea, definiti *bachelors schools* o *groups*. Si tratta di gruppi di maschi immaturi sessualmente e non strutturati, con dimensioni comprese tra i 12 e i 14 metri, che rimangono uniti fino all'età adulta. In alcune parti del Mediterraneo centrale e occidentale, i maschi si separano dalle femmine per muoversi verso nord, mentre i gruppi sociali rimangono nella parte meridionale del bacino (Drouot et al., 2004).

La specie è presente nel Mar Ligure con più frequenza negli ultimi anni, ad ovest di Corsica e Sardegna, nel Mar Ionio ed è meno frequente nel Tirreno e in Adriatico (Figura 4.44).

Importantissima appare l'area dell'Arcipelago delle Eolie, caratterizzata da fondali ripidi e profondità elevate, dove i capodogli sembrano anche riprodursi. In Adriatico il Capodoglio è presente lungo la costa della Dalmazia e nella parte meridionale del bacino. Un cospicuo numero di esemplari è stato segnalato al largo di Catania (febbraio 2007) da ricercatori dell'istituto di fisica nucleare (INFN) dell'Università di Catania, tramite la stazione sperimentale ONDE (*Ocean Noise Detection Experiment*), costruita nell'ambito del progetto NEMO. L'apparato innovativo dell'INFN ha permesso, infatti, di ascoltare a oltre duemila metri di profondità i caratteristici "schiocchi" dei capodogli e di registrare in questo modo il passaggio di almeno un esemplare ogni due giorni per un periodo di circa un anno e mezzo. Ciò ha permesso di ipotizzare la presenza di centinaia di esemplari nel Mediterraneo piuttosto che di poche decine come si credeva precedentemente.

La stagione riproduttiva si prolunga da metà inverno a metà estate, mentre la gestazione può superare i 14 mesi con la nascita dei piccoli in primavera-estate.

Vittima principale di catture accidentali in spadare e, purtroppo, continua ad esserlo, a causa di operazioni di pesca illegali nel Tirreno meridionale. Anche in anni recenti, nella zona del Tirreno meridionale, conosciuta per la presenza di spadare illegali, la mortalità ha continuato ad essere frequente in numeri cospicui (Banca dati sugli spiaggiamenti). E' possibile che una ulteriore minaccia sia costituita dalle collisioni con le navi.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 200 Hz a 32 kHz.

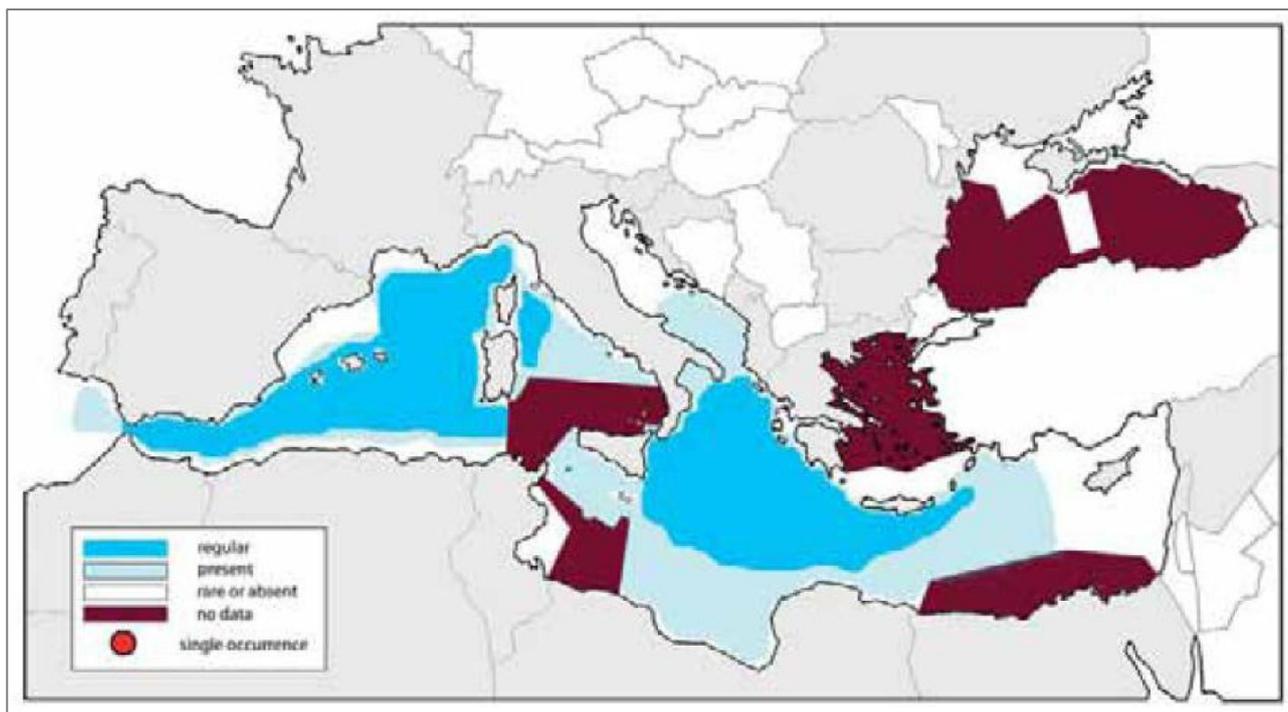


Figura 4.44 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

La specie, nell'area d'interesse, è considerata regolare. Nel sito OBIS – SEAMAP il capodoglio era scarsamente rappresentato.

4.4.3.4 Zifio (*Ziphius cavirostris*)

Lo Zifio è una specie di mammifero marino elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE) e nella Convenzione di Barcellona. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciara, 2006).

Lo Zifio è un Odontocete della famiglia degli Ziphiidae, dal corpo siluriforme e tozzo, che mediamente può raggiungere dimensioni di sei metri di lunghezza e tre tonnellate di peso. Fino a qualche anno fa, lo Zifio veniva considerato uno dei cetacei più misteriosi del Mediterraneo in quanto si conosceva pochissimo della sua ecologia e lo si riteneva un animale "timido", difficile da avvicinare con le imbarcazioni. Per questo motivo nella lista rossa dello IUCN, questo cetaceo è considerato "Carente di dati (DD)", perché non esistono dati certi sulla consistenza e il *trend* delle popolazioni di questa specie (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Sono stati avvistati sia esemplari solitari sia gruppi di pochi individui, mentre rimane ignota l'esistenza di possibili rotte migratorie.

Come specie pelagica, compie delle immersioni piuttosto profonde (fino a 2000 metri) privilegiando habitat caratterizzati da canyon e rilievi sottomarini come le aree di scarpata continentale del Mar Ligure occidentale.

Nelle acque italiane sembra più frequente nel Mar Ligure nord-occidentale, Tirreno centrale e Adriatico meridionale, da come si può vedere in Figura 4.45 (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it). Inoltre, i risultati della campagna di indagine svolta in mar Tirreno nel mese di ottobre 2010 nell'ambito del progetto europeo GIONHA, per raccogliere avvistamenti e rilievi acustici di tutte le specie di cetacei presenti, hanno evidenziato un'importante presenza di zifii, in particolare in prossimità del Cialdi *Seamount*

e del Caprera *Canyon*. Non a caso l'intera area di mare compresa tra le coste nord orientali della Sardegna e quelle di Lazio e Toscana ospita zone che costituiscono habitat d'elezione per lo zifio.

Sembra non vi sia una stagionalità degli estri e la maturità sessuale avviene al raggiungimento di 5,5 metri di lunghezza.

Una delle principali minacce è l'inquinamento acustico, per la sensibilità della specie al rumore, in particolare a quello prodotto da sonar di media frequenza utilizzati per le prospezioni geofisiche e le esercitazioni militari (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it). In passato hanno subito una forte pressione anche a causa delle spadare.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 20 kHz a 150 kHz.

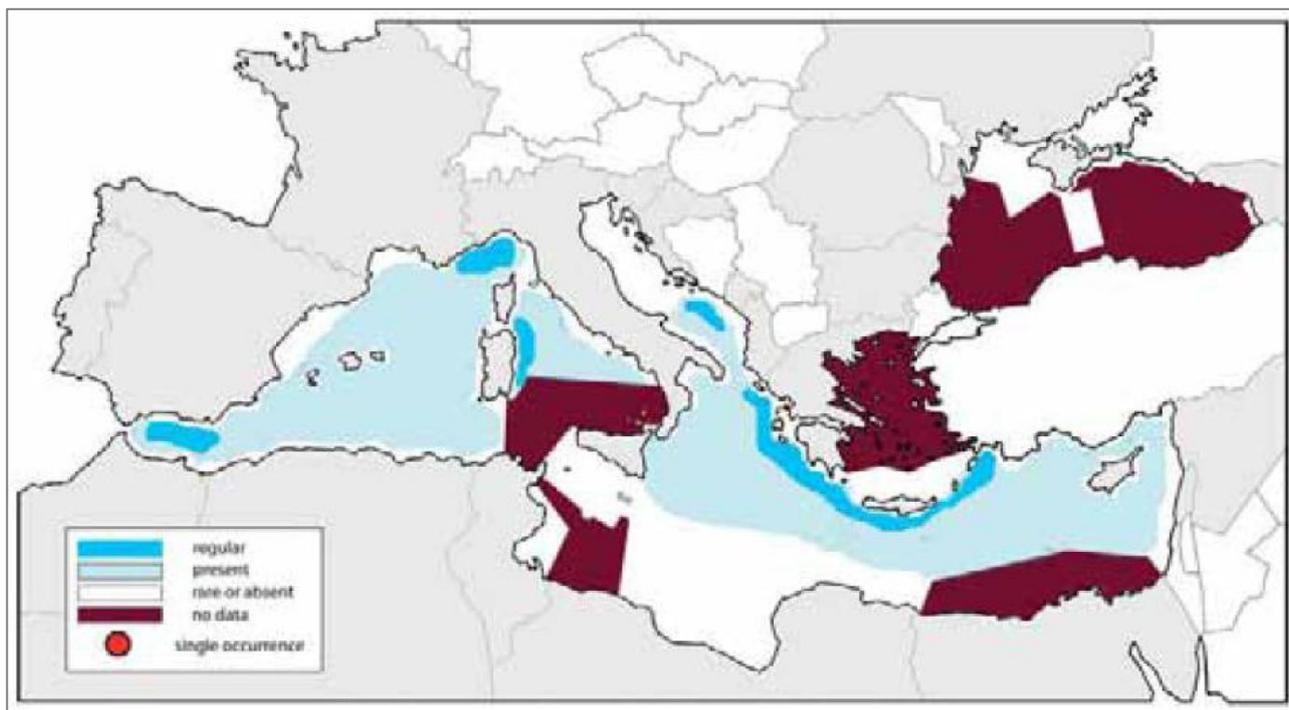


Figura 4.45 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Lo Zifio è considerato presente ma non regolare nell'area oggetto di questo studio. Ciononostante, non era presente nel *database* di OBIS – SEAMAP.

4.4.3.5 *Globicefalo (Globicephala melas)*

Specie elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e in Allegato II della Convenzione di Bonn. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciara, 2006). La valutazione per il Globicefalo, nelle liste rosse del IUCN, è considerata Carente di Informazioni (DD) perché non esistono dati consistenti sulla dimensione della popolazione e sul *trend* delle popolazioni di questa specie (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Il globicefalo è un delfinide di medie dimensioni che può raggiungere i 6 metri di lunghezza e pesare quasi due tonnellate. La colorazione del corpo è uniformemente nera, tranne che sul ventre dove si osserva una caratteristica macchia bianca a forma di ancora. L'etimologia del nome deriva dal latino *globus* (sfera) e dal greco *kephalé* (dalla testa globosa) che si riferisce appunto alla forma globosa del capo che è privo di rostro. Sono animali estremamente sociali che vivono in gruppi compatti, mediamente composti da 12 individui. Prediligono l'habitat pelagico dove si nutrono prevalentemente di calamari e pesci pelagici.

Specie comune nel mar Ligure e nelle acque a ovest della Sardegna; per il resto non si hanno molte informazioni circa la sua distribuzione e l'unico nucleo conosciuto nel Tirreno meridionale (isole Flegree e Pontine) è scomparso (Figura 4.46). Per il Mediterraneo e in particolare per i mari italiani non si hanno dati in merito alla struttura e consistenza numerica delle popolazioni (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006).

La stagione riproduttiva ha luogo tra aprile e giugno mentre la gestazione dura circa 15 mesi.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 1 kHz a 65 kHz.

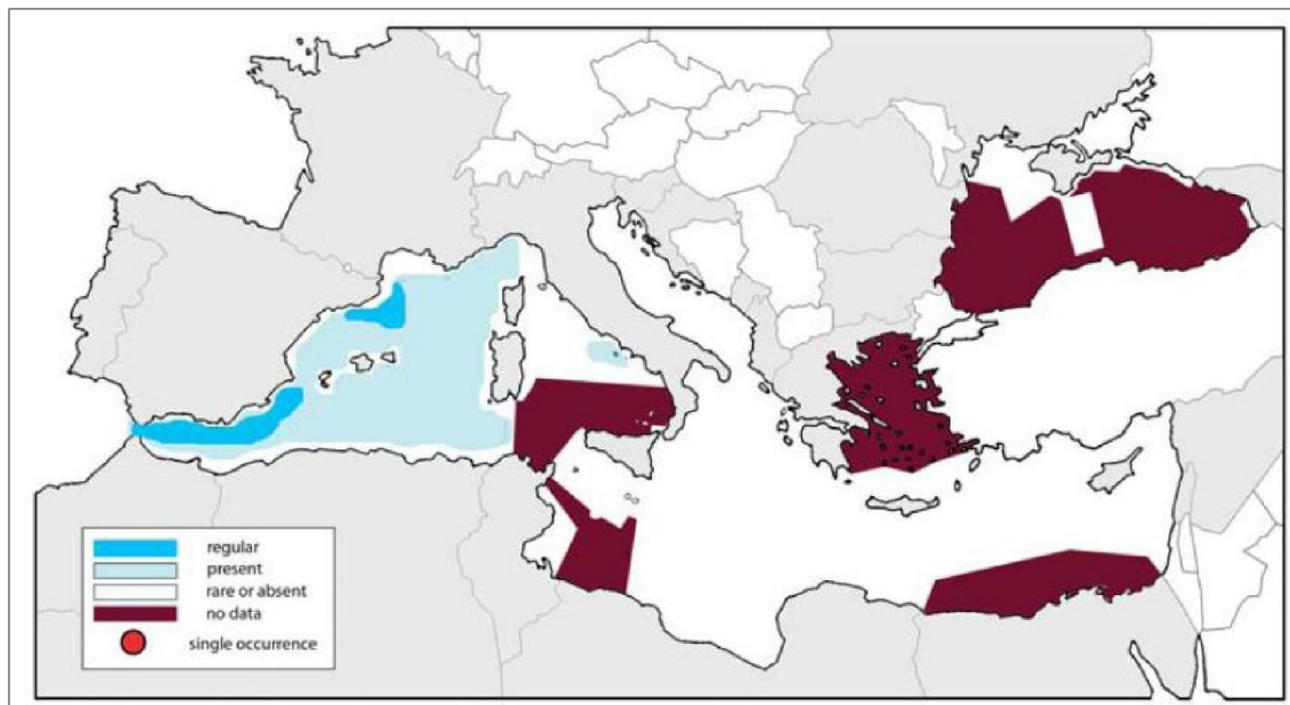


Figura 4.46 - Distribuzione del Globicefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)

Il globicefalo è considerato raro o assente nel Mar Ionio. Anche nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP esso era assente.

4.4.3.6 Grampo (*Grampus griseus*)

Specie elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e in Allegato II della Convenzione di Bonn. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006).

Il grampo possiede una corporatura leggermente tozza nella zona anteriore del corpo, con capo rotondeggiante e rostro completamente coperto dal melone. Alla nascita, il cucciolo è di colore grigio chiaro uniforme, ma con l'età il corpo si ricopre di graffi bianchi che gli animali si procurano durante le interazioni sociali anche piuttosto violente; in alcune porzioni del corpo, come il capo, sono talmente fitti da conferire un colorito bianco. Forma in genere gruppi di 1-2 dozzine di individui (in Mediterraneo la media è 16), ma l'organizzazione sociale è sconosciuta. Non compie migrazioni.

Nei mari italiani si trova abitualmente nel bacino Corso-Ligure-Provenzale, nel Tirreno e tra Ustica e le Eolie (Figura 4.47). Alcuni spiaggiamenti sono stati rilevati nel nord Adriatico. In particolare, sembra preferire le acque del bacino corso-ligure-provenzale dove si è registrata la sua presenza durante tutto l'anno. Non esistono stime della consistenza delle popolazioni nei mari italiani.

Anche questa specie è stata vittima delle spadare, soprattutto negli anni '90. La femmina raggiunge la maturità sessuale attorno agli 8-10 anni, nel maschio questo dato non è noto. Si stima che la gestazione

duri 13-14 mesi e che la maggior parte dei parti avvenga nel periodo estivo (Mizue e Yoshida, 1962). Lo svezzamento dura 12-18 mesi e la femmina va in calore ogni 3 anni circa.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 2 kHz a 16 kHz.

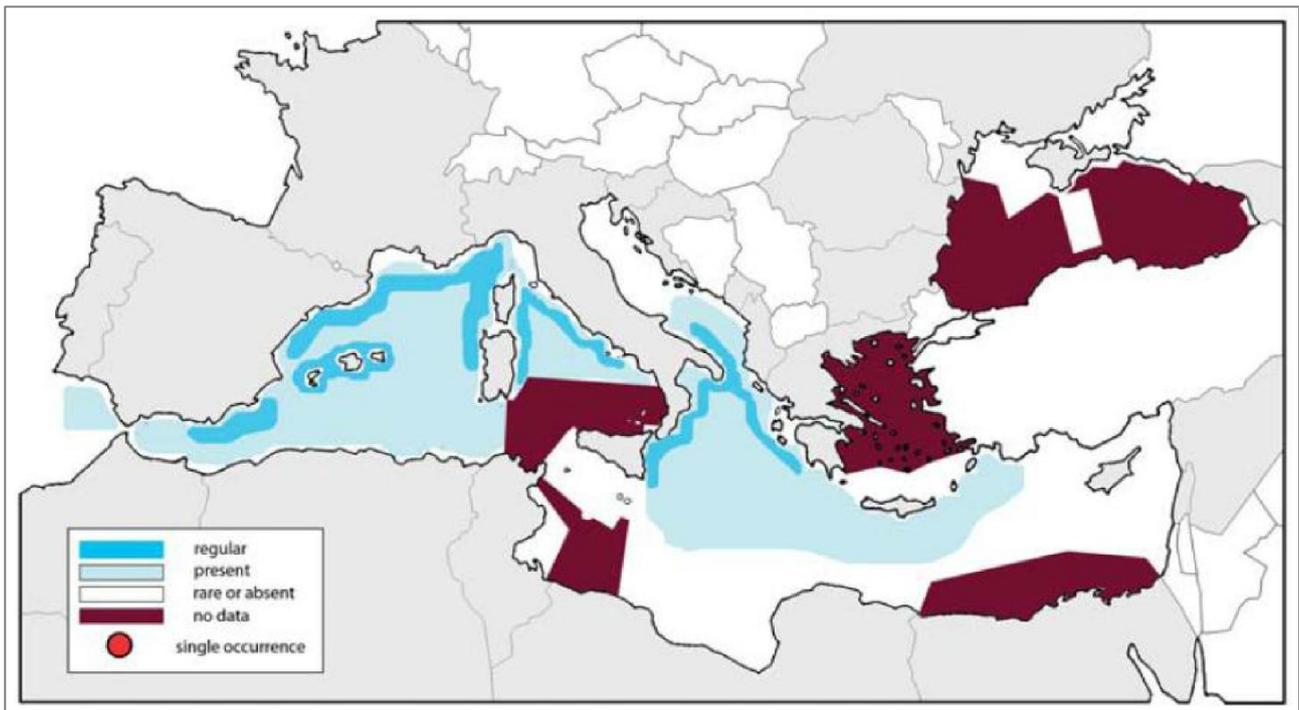


Figura 4.47 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)

Il Grampo è considerato regolare lungo le coste Calabre e Pugliesi, ma solo presente quando ci si posta verso in mare aperto. Comunque, non era presente nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

4.4.3.7 Tursiope (*Tursiops truncatus*)

Specie elencata in appendice II, IV della direttiva Habitat (92/43/CEE). Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006). In passato si è riscontrato un declino del 10% della popolazione nella prima parte delle tre generazioni (60 anni), mentre nell'ultima generazione, dopo la legge per la protezione dei cetacei (anni '80), il *trend* di popolazione potrebbe essersi stabilizzato. Attualmente si stima che la popolazione del Tursiope in acque di pertinenza italiana sia circa di 10.000 individui al limite del criterio C1 e pertanto viene valutata Quasi Minacciata (NT; dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Il tursiope è un delfino di taglia medio-grande, in cui l'adulto raggiunge i 2,5-3,5 metri di lunghezza per un peso di 270-350 chilogrammi. Le popolazioni mediterranee, ed in particolare quella adriatica, raggiungono le dimensioni maggiori al mondo. Esistono due ecotipi di tursiopi: quelli costieri, residenti, che formano gruppi di circa 7 individui, e quelli pelagici, che formano generalmente gruppi di maggiori dimensioni (anche 35 individui) e possono compiere migrazioni notevoli. Mentre i maschi adulti si muovono in coppia, le femmine costituiscono unità familiari di 5-10 individui. Il tursiope è prevalentemente ittiofago, ma si ciba anche di cefalopodi e macroinvertebrati bentonici.

Le stime di popolazioni disponibili per le acque di pertinenza italiana sono le seguenti: Mar Ligure, 1.200 individui (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it); Mar Ligure Tirreno centrale, 1200 (Lauriano 2011); Lampedusa, 176 individui (Pulcini et al., 2012); Adriatico, circa 5000 (Fortuna et al., 2011). Nonostante sia una specie perlopiù costiera, la si può trovare anche in altri habitat, dalle acque della

piattaforma continentale, lagune e mari chiusi, alle acque che circondano isole e arcipelaghi. Meno frequente, ma comunque presente, in acque più profonde e in zone pelagiche (Bearzi et al., 2009).

Una zona molto importante per l'aggregazione della specie è situata nel tratto superficiale del Canyon di Cuma a nord dell'isola di Ischia e nelle limitrofe isole Pontine. Regolarmente presente in Adriatico (Figura 4.48). Nonostante rappresenti la specie più studiata e moltissimi siano gli avvistamenti effettuati lungo le coste dei nostri mari, molto poco si conosce riguardo abbondanza, distribuzione e movimenti del tursiopo. Mancano *survey* a livello di bacino, mentre le uniche informazioni affidabili derivano da studi effettuati su scala locale. La sola area in cui è possibile determinare con certezza un *trend* nella presenza di tursiopi (grazie alla presenza di dati storici) è l'Adriatico settentrionale, dove si è rilevata una diminuzione del 50% di individui negli ultimi 50 anni. Gli accoppiamenti e le nascite sono distribuiti durante tutto l'anno, con un picco di nascite in estate. La gestazione dura 12 mesi e lo svezzamento circa 18 mesi.

Nel passato (fino agli anni 1960) la specie è stata soggetta a persecuzione da parte dell'uomo (Bearzi et al., 2004). Attualmente, le minacce principali sono le catture accidentali in attività di pesca, la contaminazione da sostanze chimiche e il sovra sfruttamento delle risorse ittiche costiere (Bearzi et al., 2009).

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 4 kHz a 130 kHz.

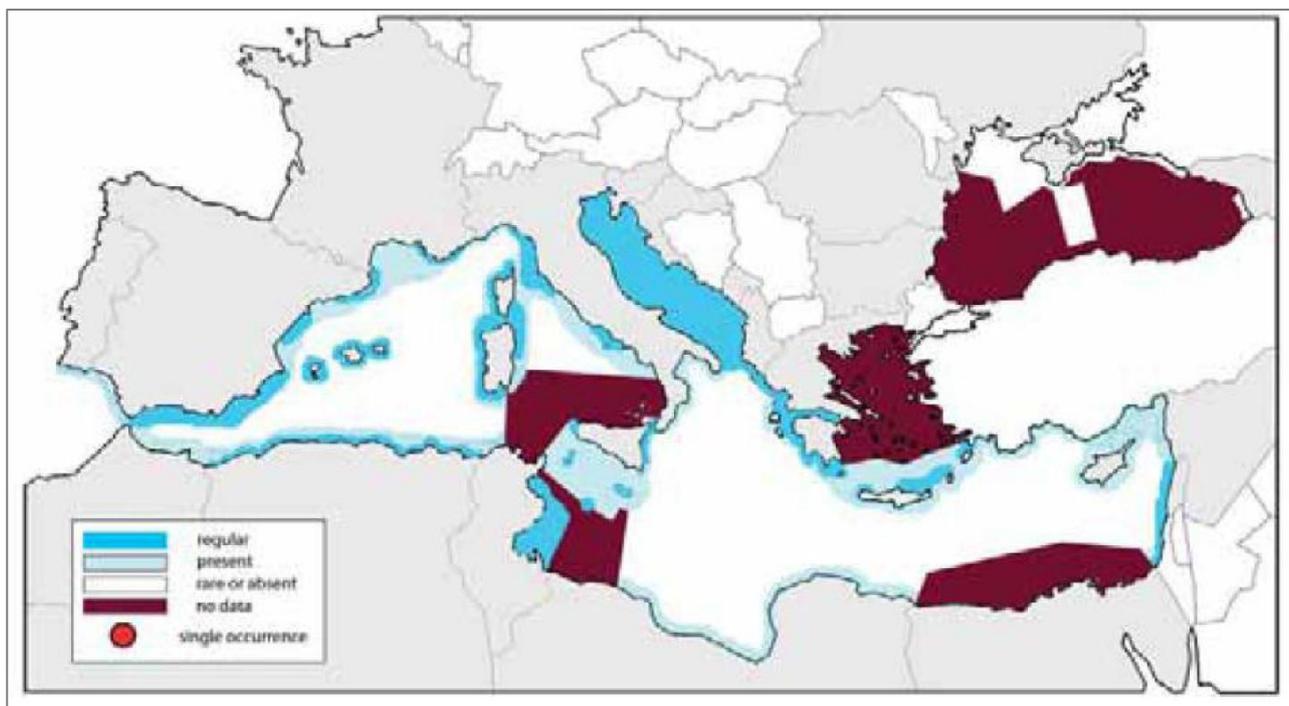


Figura 4.48 - Distribuzione del Tursiopo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)

Questa specie è considerata regolare solo strettamente sotto costa per quanto riguarda l'area oggetto di studio. Oltre, nel mar Ionio, essa è considerata rara o assente.

4.4.3.8 *Stenella striata* (*Stenella coeruleoalba*)

Specie elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e nell'accordo ACCOBAMS. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciarra, 2006).

La stenella è il delfinide più abbondante in termini numerici con stime (non corrette per i tempi d'immersione) di quasi 90.000 individui tra il Santuario Pelagos e il Mar Tirreno centrale, 40.000 nel Tirreno meridionale, 30.000 nel Mar Ionio (Lauriano et al., 2011) e oltre 20.000 in Adriatico meridionale (Fortuna et

al. 2011). Nonostante ciò, la specie continua ad essere minacciata dalle spade illegali e dall'inquinamento da agenti chimici, ma data la mancanza di quantificazione del loro impatto a livello di popolazione, in Italia la specie viene classificata A Minor Preoccupazione (LC; dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

E' un delfino di piccola mole che non supera i 2 metri di lunghezza ed i 100 chilogrammi di peso. Predilige le acque produttive profonde al di là della piattaforma continentale.

Rappresenta sicuramente la specie più diffusa in Mediterraneo (Figura 4.49), sia nel bacino occidentale, sia in quello orientale. Particolarmente abbondante nelle acque del mar Ligure dove è presente in gruppi di dimensioni anche piuttosto grandi.

Si riproduce sia in estate che in inverno e la gestazione dura circa 18 mesi.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 4 kHz a 65 kHz.

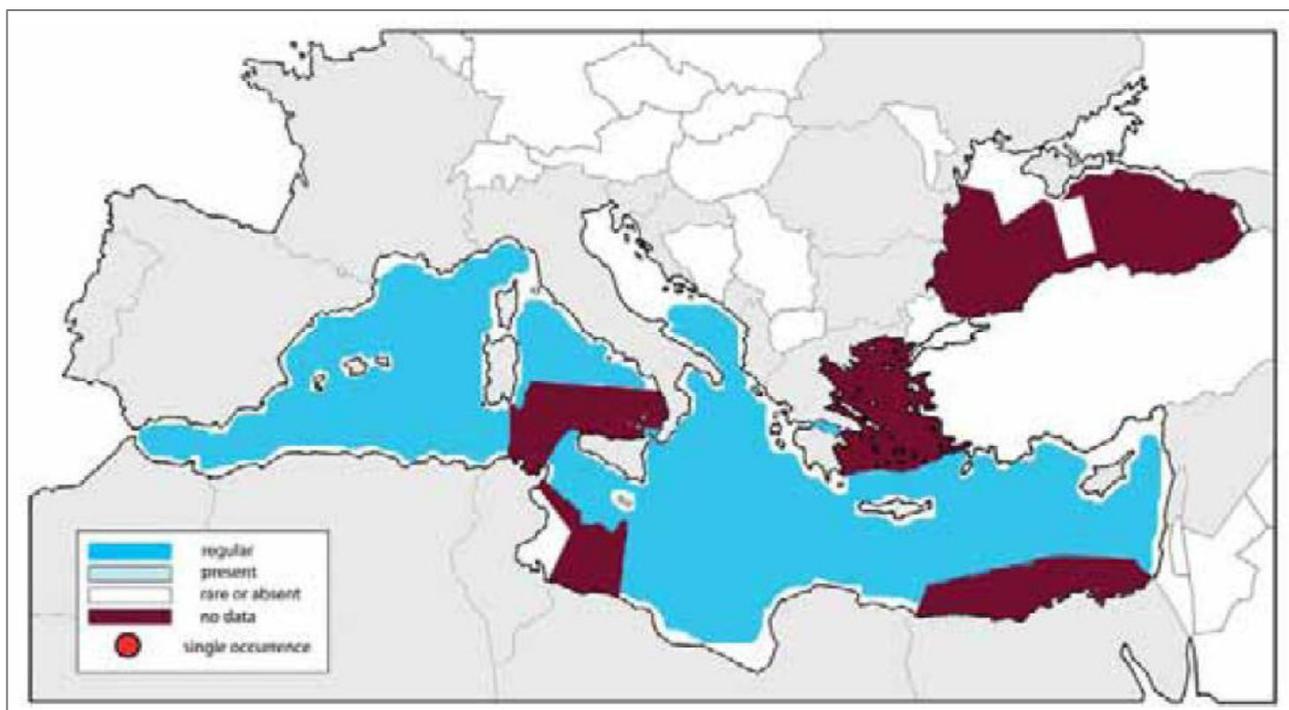


Figura 4.49 - Distribuzione della *Stenella striata* nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

La stenella è presente in modo regolare in tutto il mar Ionio.

4.4.3.9 Delfino comune (*Delphinus delphis*)

Specie elencata in appendice IV della direttiva Habitat (92/43/CEE), nella Convenzione di Barcellona e in Allegato II della Convenzione di Bonn. Legalmente protetta a livello nazionale dagli anni '80 e internazionale, è inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciara, 2006). Oltre alla generica protezione, per questa specie è prioritario lo studio delle due sottopopolazioni ancora presenti in acque italiane; infatti nella lista rossa dello IUCN la valutazione della specie in acque italiane è Minacciata (EN) a causa di una diminuzione continua del numero di individui maturi e dell'assenza di più di 250 individui maturi per le due sottopopolazioni (Isola di Ischia e Lampedusa; dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Il delfino comune (*Delphinus delphis*) predilige le acque temperato-calde, anche se in estate può spingersi nelle zone subpolari. Esistono popolazioni che vivono soprattutto in acque pelagiche ed altre che sono invece più costiere. Si trova in gruppi misti con altre specie, specialmente con le stenelle (Bearzi et al.

2003). In genere, forma branchi di 10-20 individui, ed a volte viene avvistato in associazione alla stenella striata o al tursiope.

Un tempo molto diffuso nei mari italiani, oggi lo si può incontrare soltanto nei pressi di Gibilterra, nel mare di Alboran, lungo le coste africane e vicino alla Grecia (Figura 4.50). Al contrario, nel Mar Ligure è diventato rarissimo. In passato venivano effettuate catture dirette nel Mar Adriatico, in campagne di sterminio finanziate dalla Pesca. L'inquinamento da agenti chimici e il sovra sfruttamento delle risorse possono aver influito molto sulla rarefazione di questa specie in acque italiane (Bearzi et al., 2003).

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.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 2 kHz a 67 kHz.

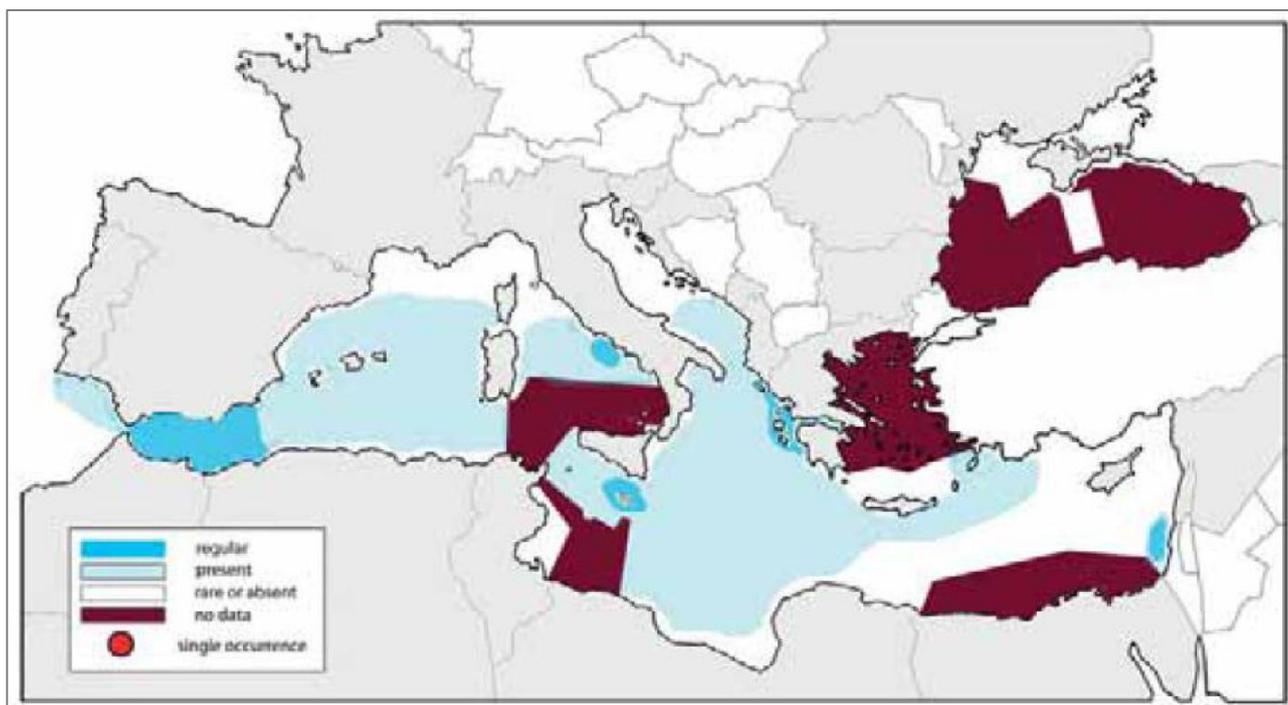


Figura 4.50 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Il delfino comune è considerato presente ma non regolare in tutta l'area del mar Ionio. Si ricorda inoltre che non era presente nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

4.4.3.10 Orca (*Orcinus orca*)

L'orca è il mammifero marino più veloce nel nuoto, raggiungendo la velocità di 55 chilometri orari. Appartiene alla famiglia dei Delfinidae (Cetacei Odontoceti) e può raggiungere la lunghezza di 5-9 metri per il maschio e 4, 6-8 metri per la femmina. L'orca presenta una colorazione bianca sul ventre e nera sul dorso, interrotta solo da due macchie ovali, bianche, dietro gli occhi, e da una macchia allungata, detta sella, di colore grigio, posta dietro la base della pinna dorsale. Le pinne pettorali sono completamente nere e di forma arrotondata.

Non esiste una popolazione di Orche residenziale nel Mediterraneo, ma si ipotizza che sporadicamente alcuni esemplari entrino dallo Stretto di Gibilterra (SOLMAR). Inoltre, non esistono dati sulla consistenza della specie e neppure in ambito mondiale, data l'enorme diffusione geografica (Cagnolaro e Podestà, in Spagnesi e Toso, 1999; Figura 4.51).

L'Orca frequenta habitat molto vari, dalle acque pelagiche a quelle delle zone costiere. Può talora risalire anche grandi fiumi in cerca di prede. In estate può frequentare acque polari, all'interno della banchisa in disgregazione, così come è possibile trovarla nelle calde acque tropicali. È comunque evidente che la sua presenza è legata alla disponibilità delle prede. L'Orca è un tipico predatore, capace di un'estrema variabilità nella dieta e di una notevole cooperazione con i compagni di branco per la cattura delle prede. Si nutre di Pesci, Molluschi, Uccelli e Mammiferi acquatici, arrivando ad attaccare anche balene e balenottere.

Per il Mediterraneo non esistono dati sulla consistenza della specie e neppure in ambito mondiale, data l'enorme diffusione geografica. È un animale tipicamente gregario, che forma branchi costituiti da una media di 15 individui, probabilmente imparentati tra loro. Anche se inserita nei progetti generali di protezione dei Cetacei, la specie non è oggetto di specifiche misure.

Gli accoppiamenti e le nascite sembrerebbero distribuiti nell'arco di molti mesi, senz'altro in relazione anche alla zona in cui vive una popolazione.

La sua presenza nel Mediterraneo è ritenuta occasionale con avvistamenti in zone localizzate. Gli avvistamenti sono per lo più localizzati nella parte occidentale del bacino.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 150 Hz a 160 kHz.

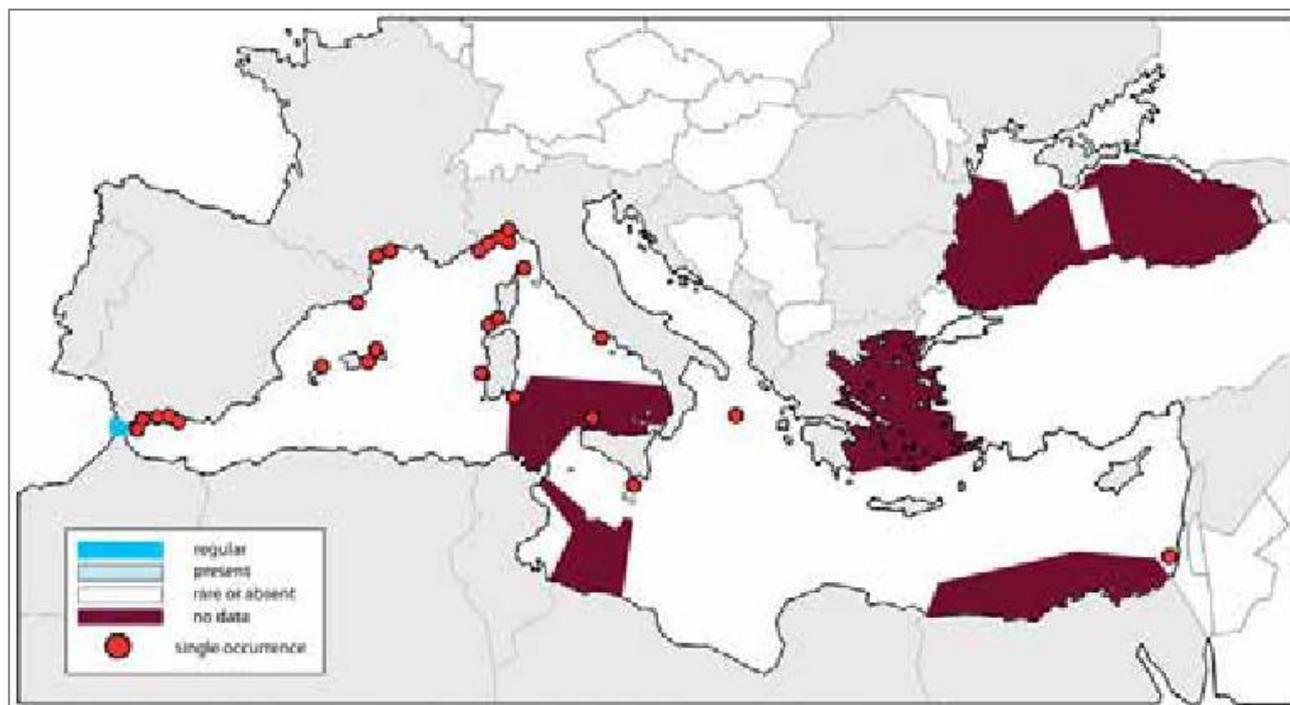


Figura 4.51 - Avvistamenti di Orche nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nel Mar Ionio l'orca è considerata rara o assente, con la presenza di una singola occorrenza al limite delle acque territoriali italiane.

4.4.3.11 Fenomeno dello Spiaggiamento

La raccolta sistematica di informazioni sugli spiaggiamenti di mammiferi marini sulle coste italiane è iniziata nel 1986 grazie all'impegno del Centro Studi Cetacei e dei volontari ad esso aderenti. Il Centro costituisce una rete nazionale di osservatori per tenere sotto controllo le coste e intervenire nel caso di animali spiaggiati per effettuare il riconoscimento delle specie, prelevare campioni di tessuti, o l'intero corpo, per necessità di studi sulle cause della morte o sulla specie in questione. L'impegno scientifico del CSC si è

anche concretizzato nella pubblicazione di rapporti annuali sugli animali rinvenuti e sulle cause di mortalità. I rapporti sono stati pubblicati fin dalle origini dal Museo Civico di Storia Naturale di Milano (MSNM).

La rete costituita dal CSC è stata per molti anni un importante punto di riferimento e un modello per le reti di monitoraggio di altre nazioni sia nel Mediterraneo che al di fuori di esso. In anni recenti altre organizzazioni hanno incominciato ad occuparsi di spiaggiamenti e a raccogliere dati creando così reti di monitoraggio locali. Questo aspetto ha in parte portato ad una maggiore e più distribuita attenzione per il fenomeno, ma ha anche reso più difficoltosa la centralizzazione delle informazioni, per scopi scientifici, ma anche per le esigenze di controllo del Ministero dell'Ambiente e in particolare dell'Ispettorato Difesa Mare. Per ovviare a questi problemi, ma anche per ottemperare a nuove esigenze di monitoraggio dell'ambiente marino e di controllo degli impatti delle attività umane, talvolta causa diretta (collisioni con natanti, interazioni con attrezzi da pesca, uccisioni deliberate) o concausa degli spiaggiamenti (inquinamento chimico, inquinamento acustico), anche in risposta a raccomandazioni espresse da organizzazioni internazionali quali ACCOBAMS, il Ministero ha istituito una Banca Tessuti, presso l'Università di Padova, e un Centro di Coordinamento per la raccolta dei dati sugli animali spiaggiati.

La banca dati suddivide gli spiaggiamenti lungo le coste italiane in diversi settori. Ai fini dello studio sono stati analizzati i dati inerenti il settore dello Ionio settentrionale (IS) come si vede in Figura 4.52.

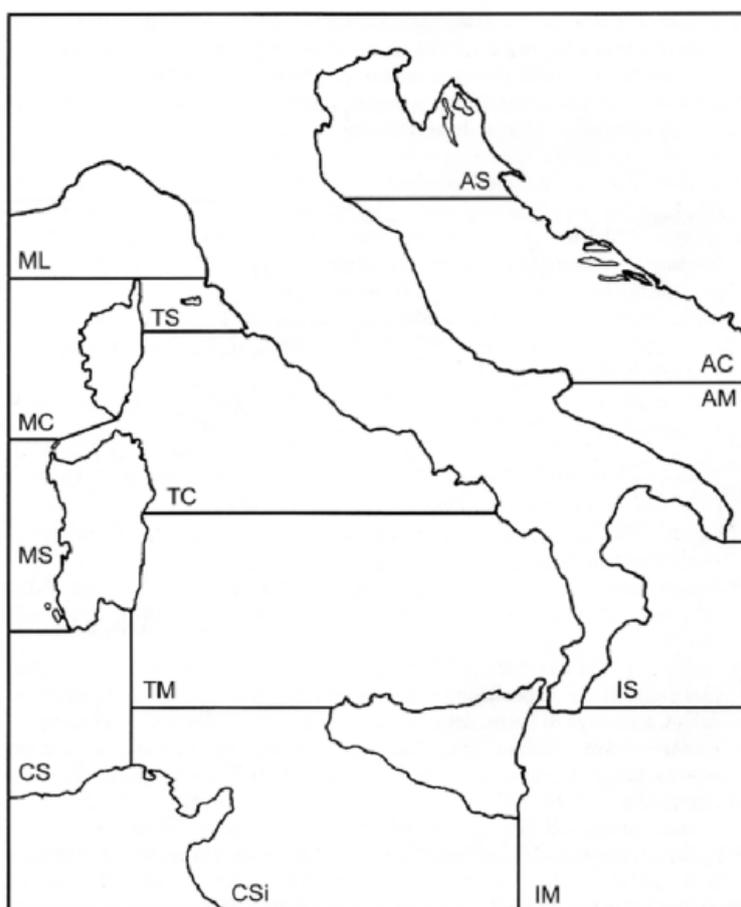


Figura 4.52 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)

Le cause degli spiaggiamenti non sono del tutto chiare e sono tuttora oggetto di accesa discussione fra gli addetti ai lavori. In ogni caso, le cause accertate fino ad ora sono sicuramente quelle naturali quali: variazione di fattori ambientali, cattive condizioni meteorologiche, debolezza dovuta all'età avanzata,

infezioni, difficoltà nel parto, alterazioni del campo geomagnetico ed errori di navigazione. Ulteriori cause possono essere catture accidentali, inquinamento da liquami e chimico, inquinamento acustico. Spesso gli spiaggiamenti di massa sono dovuti alla risposta del branco ad una richiesta di aiuto di un singolo. Altre cause sono da imputarsi a predatori o all'inseguimento delle prede fin sotto costa, oppure alla collisione con imbarcazioni nelle aree a intenso traffico marittimo. Anche i sonar possono provocare spiaggiamenti e addirittura malattie nei cetacei (malattia da decompressione), soprattutto quelli a bassa frequenza per l'individuazione di sottomarini della marina militare (100-1000 Hz corrispondenti a 235 dB).

Nella seguente Tabella 4.3, vengono riportati i dati relativi agli spiaggiamenti di mammiferi marini lungo le coste calabresi nel periodo 1988 – 2014.

Specie	Arco temporale considerato	Numero totale di individui spiaggiati	%
<i>Tursiops truncatus</i>	1989 – 2013	7	5,6
<i>Physeter macrocephalus</i>	2001 - 2013	2	1,7
<i>Stenella coeruleoalba</i>	1988 – 2014	69	54,8
<i>Grampus griseus</i>	1995 – 2007	5	3,9
<i>Ziphius cavirostris</i>	1992 - 2012	9	7,1
Non determinato	1988 – 2012	34	26,9

Tabella 4.3 - Tabella riassuntiva dei spiaggiamenti di mammiferi marini lungo la costa Calabrese nel periodo 1988 – 2014 (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)

I dati sopra riportati sembrano concordare con quelli degli avvistamenti tratti dal sito OBIS – SEAMAP. Infatti, la stenella è l'organismo maggiormente ritrovato tra quelli spiaggiati (54,8%), mentre tutti gli altri hanno percentuali decisamente minori. E' interessante notare che lo zifio è il secondo organismo che si ritrova tra quelli spiaggiati (7,1%), ma non era presente nel *database* OBIS – SEAMAP per l'area considerata.

4.4.4 Rettili marini

In Mo (2010) sono riassunte le specie di tartarughe marine presenti nel mar Mediterraneo. Esse appartengono all'ordine Testudines, che comprende anche le tartarughe terrestri e lacustri. Le specie segnalate nel mar Mediterraneo sono 5, ma soltanto 3 hanno una reale probabilità di essere incontrate:

- *Caretta caretta*, la specie più comune, l'unica a riprodursi lungo le coste meridionali italiane;
- *Chelonia mydas*, la tartaruga verde, non è frequente nel Mediterraneo occidentale poiché la sua distribuzione, per motivi legati alla temperatura dell'acqua, è limitata alla zona sudorientale del bacino dove essa nidifica. L'osservazione di questa specie nei mari italiani è occasionale e costituita prevalentemente da esemplari giovani in fase pelagica (Lazar et al., 2004; Centro Studi Cetacei, 2000, 2002, 2004).
- *Dermochelys coriacea*, la tartaruga liuto, specie dalle abitudini pelagiche, non nidifica in Mediterraneo dove è tuttavia presente con esemplari di origine Atlantica, che entrano nel bacino sfruttando gli ambienti pelagici per scopi alimentari (Marquez, 1990). L'osservazione di questa specie nei mari italiani riguarda soprattutto esemplari di taglia medio-grande (Casale et al., 2003; Centro Studi Cetacei, 2000, 2002, 2004).

Altre due specie (*Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys kempii*) sono segnalate nel Mediterraneo, ma la loro presenza deve essere ritenuta accidentale e imputabile al trasporto passivo nel bacino (Marquez, 1990; Figura 4.53).

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	CAR	SIN	NOTE
Ordine Testudines														
Famiglia Cheloniidae														
<i>Caretta</i>	15662	Rafinesque, 1814												
<i>Caretta caretta</i>	15663	(Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M		A1, A6
<i>Chelonia</i>	15664	Brongniart, 1800												
<i>Chelonia mydas</i>	15665	(Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x	x	x	x	M		A2, A6
<i>Eretmochelys</i>	15666	Fitzinger, 1843												
<i>Eretmochelys imbricata</i>	15667	(Linnaeus, 1766)										M		A4, A6
<i>Lepidochelys</i>	15668	Fitzinger, 1843												
<i>Lepidochelys kempii</i>	15669	(Garman, 1880)										M		A5, A6
Famiglia Dermochelyidae														
<i>Dermochelys</i>	15670	Blainville, 1816												
<i>Dermochelys coriacea</i>	15671	(Vandelli, 1761)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M		A3, A6

Figura 4.53 - Lista dei rettili marini dei mari italiani. La colonna 6 fa riferimento alla fauna presente nello Ionio settentrionale (fonte: www.sibm.it)

La specie *Caretta caretta* è elencata in appendice II della direttiva Habitat (92/43/CEE) e contrassegnata come specie particolarmente protetta (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

La migliore stima possibile sulla base dei parametri di popolazione noti e basata sulla parte alta del *range* di nidi ipotizzati, indica un numero di individui maturi tra 55 e 131, valore che rientra nella categoria EN sotto il criterio D, da tenere anche in considerazione il basso numero di *location* e effetti rapidi di incremento delle minacce.

4.4.4.1 *Caretta caretta*

Caretta caretta è la specie di tartaruga marina più comune ed abbondante nel Mar Mediterraneo. Risiede in acque profonde e tiepide, prossime alle coste, e le più importanti aree di riproduzione sono in Grecia, Turchia, Libia e Cipro, mentre le zone di alimentazione più importanti attualmente note sono la piattaforma continentale tunisina, il mar Adriatico, lo Ionio, l'area tra le isole Baleari e il mare di Alboran, la piattaforma continentale egiziana e la costa turca (Casale e Margaritoulis, 2010). In Italia l'area di nidificazione più importante è la parte ionica della Calabria meridionale, siti minori si trovano nelle isole Pelagie e in Sicilia meridionale, mentre nidificazioni sporadiche possono aver luogo in un'area più ampia e specialmente nell'Italia meridionale (Mingozzi et al., 2007). Per quanto riguarda le zone di alimentazione, l'Adriatico settentrionale rappresenta la zona maggiormente frequentata e la zona dell'Adriatico meridionale e nello Ionio è un'area particolarmente importante per giovani nei primi anni di vita (Casale et al., 2010). Zone altamente frequentate sono anche lo Ionio meridionale (Cambiè et al., 2013) e la zona tra la Sicilia e la Tunisia (Casale et al., 2007), che confina con una tra le zone più frequentate del Mediterraneo, la piattaforma tunisina. La specie frequenta anche tutte le altre aree marine italiane sebbene con minor abbondanza.

In Figura 4.54 viene mostrato uno studio effettuato dall'ISPRA "Strategia per l'Ambiente Marino, Bozza – Maggio 2012". Questo studio è stato incentrato su *Caretta caretta* ed era atto a valutarne la frequentazione dei nostri mari in maniera quantitativa.

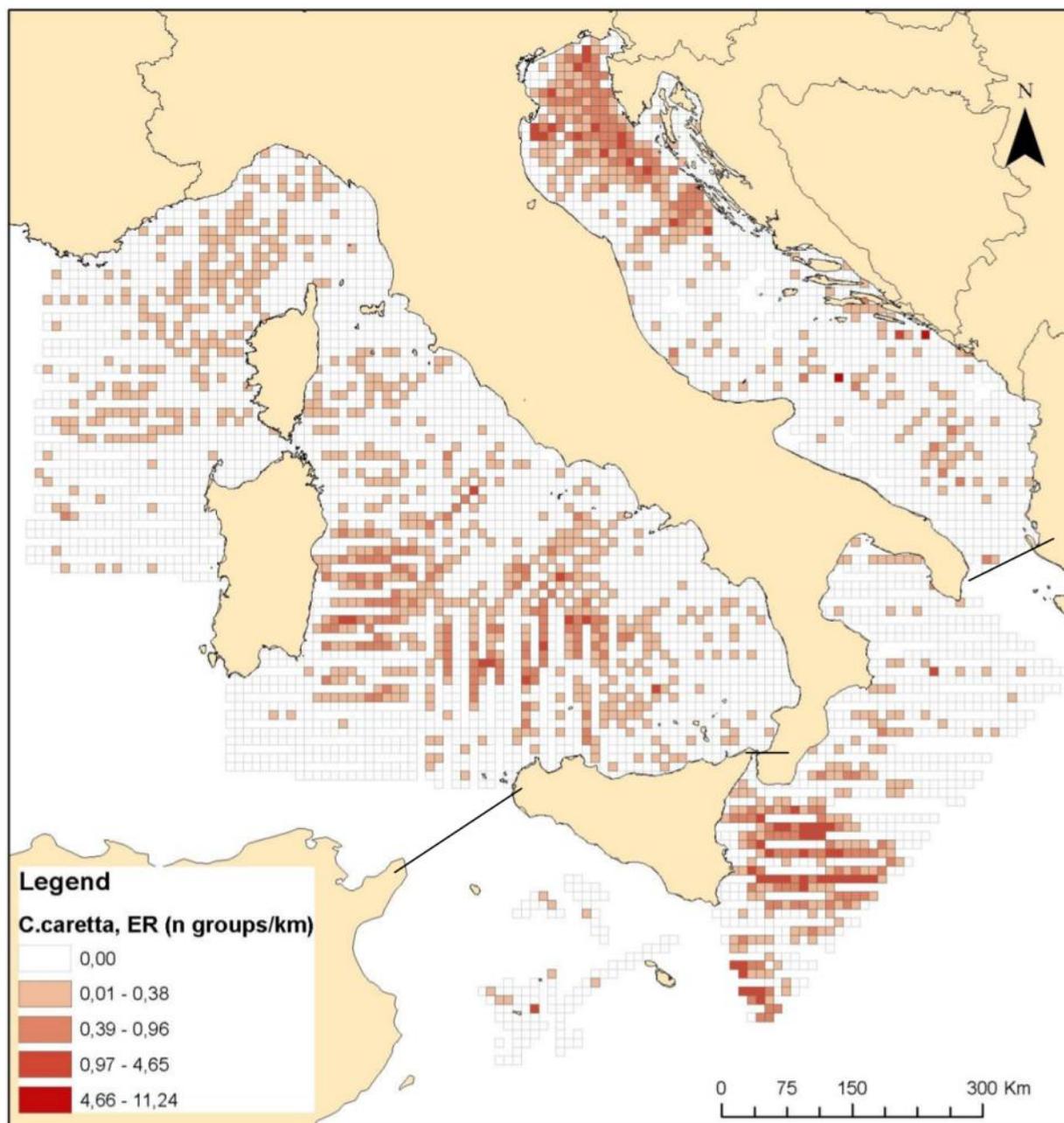


Figura 4.54 - Presenza di *Caretta caretta* nei mari Italiani, indicata come numero di gruppi per chilometro (fonte: Strategia per l'Ambiente Marino - Ispra 2012)

Dall'immagine sopra riportata si nota che l'area oggetto d'interesse non sembra ampiamente frequentata dalla tartaruga *Caretta caretta*. Infatti, sono presenti valori dell'indice presenza (numero di gruppi per ogni chilometro quadrato) generalmente compresi tra lo 0,01 e lo 0,38. Soltanto in un caso al centro del mar Ionio era presente con valore compreso tra 4,66 e 11,24. Si ricorda inoltre che nella scheda del SIC "Foce Neto" (IT9320095) e della ZPS "Marchesato e fiume Neto" (IT9320302) si riporta la presenza di un importante sito di nidificazione di questo chelonide lungo le coste Calabresi.

4.4.5 Benthos e Biocenosi

Il benthos è la categoria ecologica che comprende quegli organismi che vivono a contatto con il fondale o fissati ad un substrato solido.



In esso vivono organismi, sia autotrofi che eterotrofi, che possono strisciare o camminare sul substrato (o dentro di esso), organismi sessili o tubicoli, oppure che vivono infossati nel sedimento.

Le comunità bentoniche hanno un ruolo fondamentale a diversi livelli della rete trofica, dal riciclo dei nutrienti alla produzione secondaria; inoltre, queste comunità possono svolgere la funzione di indicatori biologici per la qualità ambientale.

Il benthos in base alle sue dimensioni può essere suddiviso in:

- Macrobenthos, dimensioni maggiori di 1 mm;
- Meiobenthos, compreso tra 0,063 mm e 1 mm;
- Microbenthos, dimensioni inferiori a 0,063 mm.

In generale, la maggior parte dell'area profonda del bacino Mediterraneo non è conosciuta (Sardà et al., 2004) e, in particolare, il bacino occidentale del Mediterraneo è stato poco studiato, con la presenza di pochi dati quantitative incentrati principalmente sulla macrofauna batiale ed abissale (Sardà et al., 2004).

4.4.5.1 Biocenosi

Durante la seconda metà del ventesimo secolo le ricerche sono state sparse ed hanno apportato delle informazioni generali sulla fauna e la sua ecologia delle specie bentoniche che sono sparpagiate in tutto il Mediterraneo (Pérès e Picard, 1958; Tchukhtchin, 1964; Ledoyer, 1969; Guille, 1970; Desbruyeres et al., 1972; Vamvakas, 1970 e 1973; Di Geronimo, 1974).

Il bacino del Mediterraneo, comparato con altre zone del mondo, è considerato una delle aree più oligotrofiche (Berman et al., 1984; Azov, 1986; Psarra et al., 2000). Studi condotti a livello abissale e batiale nel bacino Levantino e nel Mar Ionio, hanno messo in evidenza che l'abbondanza della meiofauna è fortemente dipendente dalla distanza dalla costa e dalla possibilità di reperimento della sostanza organica; inoltre, è stato mostrato che una forte pressione sul fitoplancton da parte dello *stock* di zooplancton avviene negli strati superiori delle colonna d'acqua (Weikert e Koppelman, 1993).

La zona oggetto di studio presenta una batimetria decisamente profonda, essendo compresa tra i 1000 ed i 1800 metri.

Nello studio di Tecchi et al. (2011), vengono mostrati i dati riguardanti la megafauna bentonica ottenuti durante la campagna DESEAS nel 2001. I campionamenti hanno riguardato profondità comprese tra i 600 ed i 4000 metri, in 4 aree del Mediterraneo, dalla parte ovest a quella est, tra cui la zona Ovest del mar Ionio vicina all'area oggetto di questo studio (Figura 4.55).

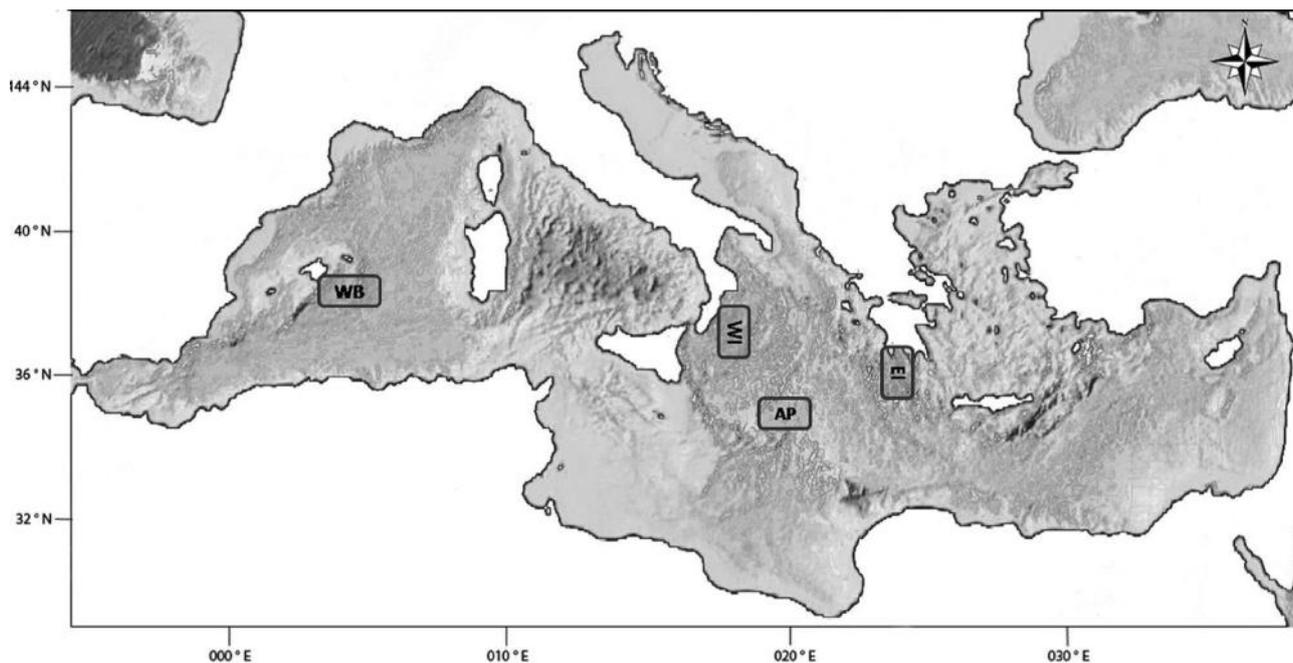


Figura 4.55 – Aree di campionamento della Campagna DESEAS del 2001 (fonte: Tecchi et al. 2001)

In totale sono state ritrovate un totale di 102 specie di cui il 14,7% appartenevano ai molluschi, mentre il 45% agli Actinopterygii (pesci ossei), il 32,4% ai Crostacei e il 7,8% ai Chondrichthyes (pesci cartilaginei).

In generale gli autori hanno individuato una diminuzione della ricchezza in specie con l'aumentare della profondità. L'indice di Shannon, una misura della ricchezza di specie, per l'area ovest del mar Ionio mostra un valore massimo a profondità comprese tra i 600 ed i 1200 metri, mentre oltre tale valore la diversità diminuisce nettamente fino ad arrivare ad un valore costante oltre i 1700 metri. L'abbondanza totale delle catture, ha mostrato i valori maggiori a 1200 metri di profondità dovuti alla più ampia presenza del pesce *M. moro* e degli squali *G. melastomus* e *Dalatias licha*.

In questo studio è interessante notare che le specie di interesse commerciale *N. norvegicus*, *I. coindetti*, *P. longirostris* non sono state ritrovate neanche alla profondità di 600 metri. Il gambero rosso *A. foliacea* è stato trovato alla profondità di 600 metri, ma in scarsa abbondanza (13,2 individui per chilometro quadrato); invece il gambero viola *A. antennatus*, ha mostrato un ampio range di distribuzione essendo stato ritrovato tra i 600 ed i 2000 metri di profondità con un totale di 1456,5 individui per chilometro quadrato.

Dai dati originati dalla campagna DESEAS, Tselepides et al. (2004) hanno studiato la distribuzione del meiobenthos nel bacino del Mediterraneo. In generale, gli autori mostrano che i Nematodi sono il gruppo più abbondante di organismi che si trova in questa categoria bentonica dai 600 metri di profondità in giù (70 - 82%), seguiti dai foraminiferi (8 - 19%), copepodi arcticoidi (adulti più nauplii 2 - 11%), policheti (1-3%), mentre i chinorichi, gastrotrichi, turbellari, nemertini, molluschi ed altri gruppi hanno contato per meno dell'1%.

Inoltre, la porzione di mare Ovest del mar Ionio ha mostrato l'abbondanza maggiore di meiobenthos, variando tra 220 e 797 individui (in media), ed in particolare l'abbondanza maggiore è stata trovata alla profondità di 800 metri.

4.4.5.2 *Posidonia oceanica*

Posidonia oceanica (L.) Delile è un fanerogama marina endemica del Mar Mediterraneo e costituisce uno degli ecosistemi più produttivi ed estesi della fascia costiera, occupando una superficie compresa tra i



25.000 ed i 50.000 chilometri quadrati, pari a circa il 25% dei fondali marini compresi tra 0 e 40 metri di profondità (Borum et al., 2004). Questa specie è inclusa dal 1990 nella Lista Rossa delle specie marine del Mediterraneo a rischio di estinzione (Boudouresque et al., 1990), ed è citata nell'Annesso I (specie rigorosamente protette) della Convenzione di Berna e nell'Annesso II (specie minacciate) del Protocollo delle Aree Specialmente Protette della Convenzione di Barcellona.

L'area che sarà oggetto d'indagine si trova a diverse miglia di distanza dalle zone costiere in cui è presente *P. oceanica*, e presenta profondità decisamente superiori al limite inferiore di sopravvivenza di questa fanerogama marina.

Vista però l'importanza ecologica di questa specie, ne verrà riportata una breve descrizione.

Posidonia oceanica è una pianta rizomatosa clonale composta da unità ripetitive (ramets). I rizomi, che si formano dalla ripetizione del modulo clonale, possono essere di due tipi: plagiotropi (a sviluppo orizzontale e tipicamente con lunghi internodi) od ortotropi (a sviluppo verticale e con internodi più corti). Durante la crescita i rizomi plagiotropi possono trasformarsi in ortotropi e viceversa, a seconda delle condizioni ambientali (Marbà et al., 1994; Marbà e Duarte, 1994).

La riproduzione avviene sia vegetativamente, mediante stolonizzazione e frammentazione del rizoma, sia sessualmente con fecondazione di fiori e maturazioni di semi. La fioritura mostra inoltre grande variabilità temporale (sia in frequenza che in intensità) e spaziale (Balestri e Cinelli, 2003; Balestri, 2004; Diaz-Almela et al., 2008), con fioriture massive che avvengono ogni 8-10 anni, in concomitanza con particolari condizioni climatiche (Balestri e Vallerini, 2003; Balestri, 2004; Diaz-Almela et al., 2008). La stagione riproduttiva in *P. oceanica* va da fine estate fino ad inizio primavera dell'anno successivo, in cui le infiorescenze iniziano a comparire all'inizio dell'autunno (settembre – ottobre) ed i frutti maturano da maggio a giugno (Buia e Mazzella, 1991). Giunto a maturazione, il frutto si stacca dalla pianta e, galleggiando, grazie alla cospicua presenza di sostanze oleose nel pericarpo, viene trasportato dalle correnti e dal moto ondoso in modo da poter giungere a colonizzare nuovi areali. Una volta che il frutto è maturo questo si apre ed il seme cade sul fondo e, se le condizioni sono favorevoli, germina immediatamente senza periodo di quiescenza.

Questa fanerogama marina permette la sopravvivenza di un gran numero di organismi. La canopy formata dalle foglie ed il complesso rizoma-radici, permette di ridurre l'irradianza della luce e di consolidare il substrato creando una matrice essenziale per la formazione di un microhabitat adatto alla vita di diversi organismi. Inoltre la sua struttura tridimensionale crea un luogo dove nascondersi e sfuggire ai predatori, agendo in questo modo da *nursery* per molte specie (Borum et al., 2004).

P. oceanica permette anche un miglioramento della qualità delle acque favorendo la deposizione di materiale particolato in sospensione nella colonna d'acqua e competendo con il fitoplancton per i nutrienti; allo stesso tempo, grazie a questa sedimentazione del particolato e alla capacità della canopy fogliare di ridurre la forza del moto ondoso, permette la protezione della costa dall'erosione (Borum et al., 2004).

4.4.6 Nursery

La valutazione delle aree di *nursery* presenti nelle acque del mar Ionio si è basata sui dati presentati dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF) nel "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" e sui dati trovati nella letteratura scientifica.

Dai dati derivanti dalle campagne di ricerca GRUND e MEDITS e da quelli derivanti dalle catture commerciali, è stato stimato il periodo di riproduzione delle principali specie pescate in questa parte di mare (Figura 4.56).

Specie	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
<i>M. merluccius</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>M. barbatus</i>					X	X	X					
<i>A. antennatus</i>					X	X	X	X	X			
<i>P. longirostris</i>						X	X	X	X	X	X	
<i>N. norvegicus</i>					X	X	X	X	X	X		

Figura 4.56 – Periodo riproduttivo delle principali specie target della pesca nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)

La distribuzione geografica delle specie più importanti dal punto di vista commerciale è stata basata sui dati tratti dalle campagne di ricerca MEDITS e GRUND.

Per la triglia di fango (*M. barbatus*) ed il gambero viola (*A. antennatus*) purtroppo non sono state sviluppate le mappe di distribuzione geografica delle aree di *nursery*, causa l’esigua quantità di catture per la prima specie e l’ampia distribuzione batimetrica (fino a 3000 metri di profondità) delle reclute per la seconda.

Per il nasello la più importante area di *nursery* è stata individuata tra i 100 ed i 250 metri di profondità, soprattutto tra Otranto e Santa Maria di Leuca e nel Golfo di Squillace a sud di Capo Rizzuto (Figura 4.57). Si nota inoltre, che i valori dell’indice utilizzato nell’individuare le aree di *nursery*, è minimo nelle acque vicine all’area oggetto di studio e che esso è nullo nelle zone in cui la batimetria supera gli 800 metri di profondità.

Il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) presenta gli areali di *nursery* simili a quelli del nasello (Figura 4.58). Essi si trovano principalmente tra i 100 ed i 250 metri di profondità soprattutto tra Otranto e Santa Maria di Leuca e nel Golfo di Squillace. Anche in questo caso nelle vicinanze della zona d’interesse l’indice utilizzato presenta valori bassi fino a raggiungere lo zero per batimetrie superiori agli 800 metri.

A riguardo dello scampo (*N. norvegicus*), le principali aree di *nursery* con continuità temporale sono state trovate soprattutto al largo di Gallipoli e Torre Ovo, tra i 200 e gli 800 metri di profondità (Figura 4.59). Un’ulteriore area di *nursery* è stata trovata a nord del “Banco dell’Amendolara”, sempre entro gli 800 metri di profondità.

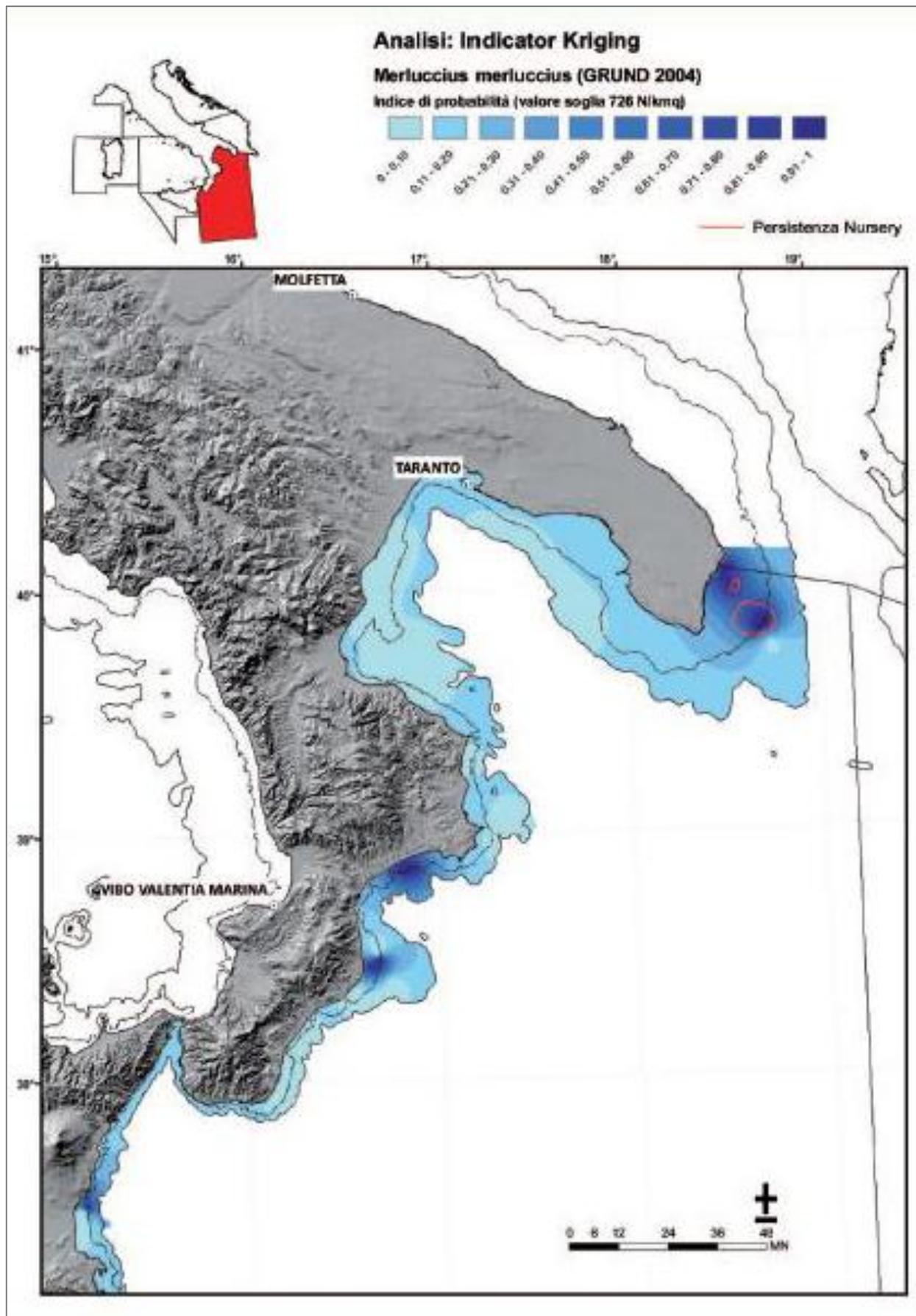


Figura 4.57 – Aree di nursery del nasello (*Merluccius merluccius*) nella GSA 19 (fonte: “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2”)

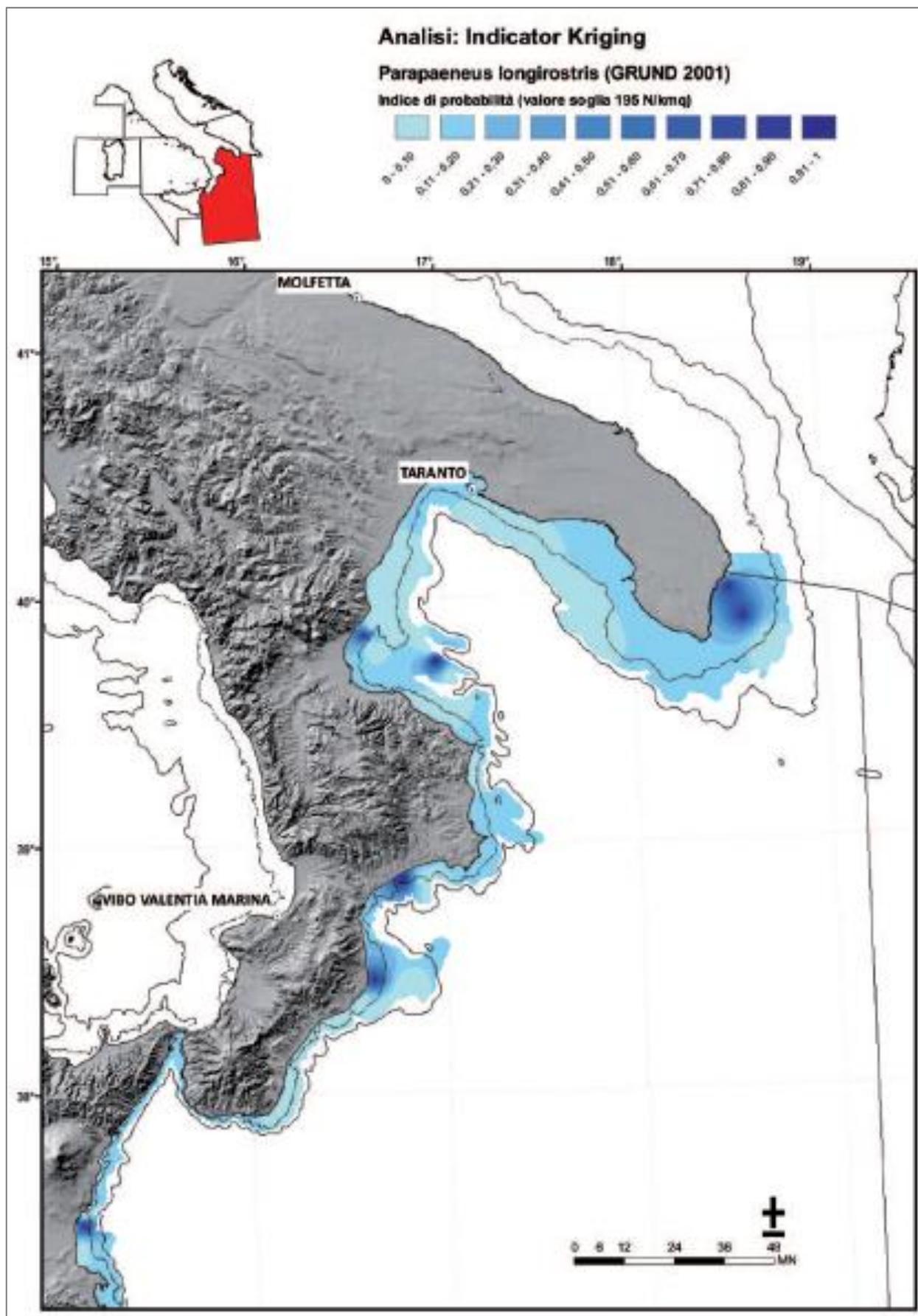


Figura 4.58 - Aree di nursery del gambero rosa (*Parapaeneus longirostris*) nella GSA 19 (fonte: "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2")

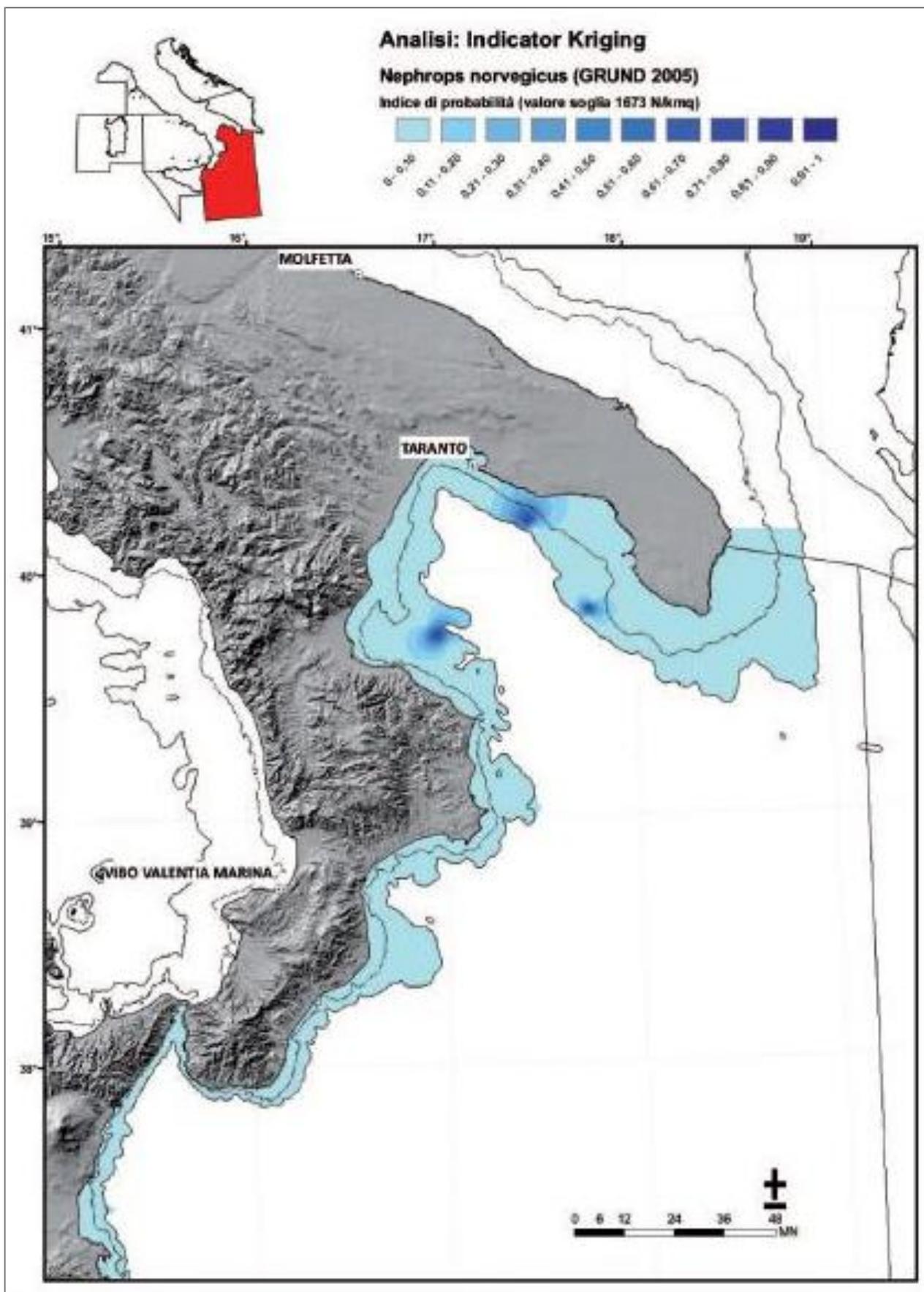


Figura 4.59 - Aree di nursery dello scampo (*N. norvegicus*) nella GSA 19 (fonte: "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani – Capitolo 2")



4.4.6.1 Zone di Ripopolamento

Nel Capitolo 1 de “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani”, si riporta che blocchi di diverse dimensioni sono stati posizionati tra i 15 ed i 46 metri di profondità a Rossano Calabro nella località Zolfara. Tale zona si trova molto più a nord dell’area oggetto d’interesse e comunque a profondità enormemente più basse di quelle che si trovano nell’area istanza di permesso di ricerca.

4.4.7 Avifauna

L’ISPRA nella “Tutela delle Specie Migratrici e dei Processi Migratori” evidenzia l’importanza dell’Italia come “direttrice della massima rilevanza” per un’ampia gamma di specie. Circa 2 miliardi di uccelli ogni primavera attraversano il nostro paese per raggiungere le zone di riproduzione in nord Europa.

In Italia sono stati identificati almeno 32 siti particolarmente importanti per la migrazione stagionale di questi uccelli, 14 dei quali monitorati con regolarità. Di questi ultimi, sei sono localizzati nell’Italia meridionale (Marettimo, Ustica, Stretto di Messina, Monte Covello, Capo d’Otranto, Capri), quattro nell’Italia centrale (Circeo, Conero, Monte San Bartolo, Monte Colegno) e quattro nell’Italia settentrionale (Arenzano, Valle Stura, Monte Ciarm, Colli Asolani).

Inoltre, viene riportato che gli uccelli acquatici che svernano nel nostro paese sono circa un milione e duecentomila.

Le specie svernanti più abbondanti sono: Folaga o *Fulica atra* (oltre 200.000/anno), Gabbiano comune o *Larus ridibundus* (oltre 170.000/anno) e Germano reale o *Anas platyrhynchos* (oltre 100.000/anno), mentre Airone cenerino (*Ardea cinerea*), Cormorano (*Phalacrocorax carbo*), Germano reale e Folaga sono le più diffuse.

Per quanto riguarda l’area oggetto d’interesse di questo studio, si riporta che nella scheda relativa alla zona ZPS - IT9320302 presente lungo la costa, sono indicate la presenza di diverse specie d’uccelli acquatici e marini. Principalmente sono riportati i Laridi (gabbiani) e gli Sternidi (sterne).

4.5 Aree naturali protette

4.5.1 Aree Naturali Protette costiere

Di seguito si descrivono le aree naturali protette costiere individuate nel Quadro di Riferimento Programmatico.

4.5.2 Zone marine e costiere interessate da siti Rete Natura 2000

Natura 2000 è il principale strumento della politica dell’Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell’Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La Rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che vengono successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 2009/147/CE "Uccelli" concernente la conservazione degli uccelli selvatici. Le aree che compongono la Rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche “conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché delle particolarità regionali e locali” (Art. 2). Soggetti

privati possono essere proprietari dei siti Natura 2000, assicurandone una gestione sostenibile sia dal punto di vista ecologico che economico.

Un altro elemento innovativo è il riconoscimento dell'importanza di alcuni elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione per la flora e la fauna selvatiche (art. 10). Gli Stati membri sono invitati a mantenere o all'occorrenza sviluppare tali elementi per migliorare la coerenza ecologica della Rete Natura 2000.

In Italia, i SIC, le ZSC e le ZPS coprono complessivamente il 21% circa del territorio nazionale.

L'area in esame per l'istanza di permesso di ricerca in mare non contiene alcun SIC o ZPS.

Per completezza di trattazione, sono di seguito riportati in Tabella 4.4 i siti afferenti alla Rete Natura 2000 presenti lungo la costa della Regione Calabria prospiciente l'area in istanza, per la cui descrizione si rimanda all'allegato 4.

Tipo	Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
SIC	IT9320095	Foce Neto	14,8
SIC	IT9320096	Fondali di Gabella Grande	15,4
SIC	IT9320101	Capo Colonne	12,9
SIC	IT9320103	Capo Rizzuto	19,3
ZPS	IT9320302	Marchesato e Fiume Neto	13,7

Tabella 4.4 - Tabella riassuntiva delle aree Rete Natura 2000 più vicine all'area oggetto di istanza di permesso di ricerca in mare

4.5.3 Aree marine protette

Le aree marine protette vengono istituite ai sensi delle leggi n. 979 del 1982 e n. 394 del 1991 con Decreto del Ministro dell'Ambiente, che contiene la denominazione e la delimitazione dell'area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione. Si tratta di ambienti marini dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche, biochimiche con particolare riguardo alla flora e alla fauna marina e costiera e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono.

Le aree marine protette generalmente sono suddivise al loro interno in diverse tipologie di zone, denominate A, B e C. L'intento è quello di assicurare la massima protezione agli ambiti di maggior valore ambientale, che ricadono nelle zone di riserva integrale (zona A), applicando in modo rigoroso i vincoli stabiliti dalla legge. Con le zone B e C si vuole assicurare una gradualità di protezione attuando, attraverso i Decreti Istitutivi, delle eccezioni (deroghe) a tali vincoli al fine di coniugare la conservazione dei valori ambientali con la fruizione e l'uso sostenibile dell'ambiente marino.

4.5.3.1 Area marina protetta (AMP) EUAP 166 "Capo Rizzuto"

L'Area Marina Protetta "Capo Rizzuto" rappresenta il proseguimento nelle acque del Mar Ionio delle propaggini più orientali della regione Calabria e più precisamente dell'area conosciuta come Marchesato.

Come riportato nella cartografia di Figura 4.60, l'area naturale marina protetta Capo Rizzuto comprende anche i relativi territori costieri appartenenti al demanio marittimo.

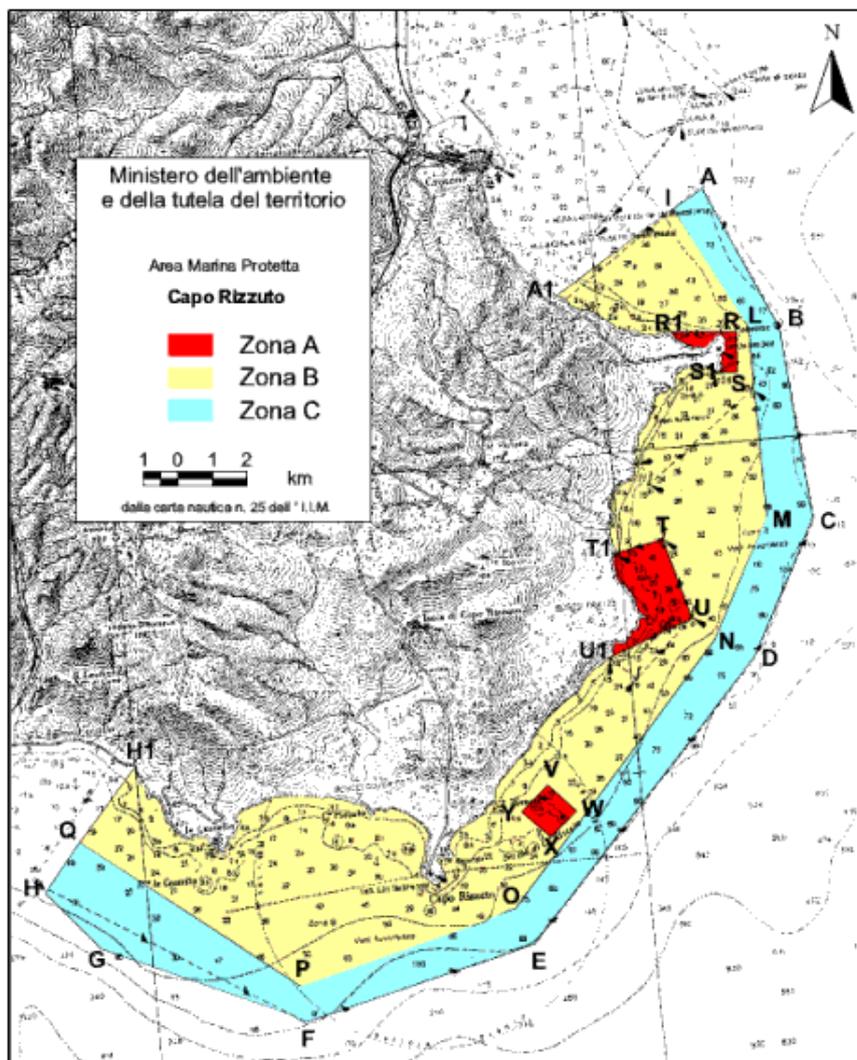


Figura 4.60 - Cartografia dell'area marina protetta Capo Rizzuto con riferimento alle zone con diverso grado di protezione (fonte: www.riservamarinacaporizzuto.it/pagina.php?ref=cartografia.htm)

Le zone A di riserva integrale dell'area marina protetta di Capo Rizzuto sono tre e comprendono il tratto di mare circostante Capo Colonne, Capo Cimiti e Capo Bianco.

La zona B, di riserva generale, circostante le zone A, comprende il tratto di mare da Capo Donato fino al limite est di Barco Vercillo, mentre la zona C di riserva parziale comprende il residuo tratto di mare compreso all'interno del perimetro della riserva, escludendo le zone A e B.

L'intera regione appartiene al settore calabrese settentrionale dell'Arco Calabro, limitato a Nord dal fascio delle strutture Sanginetto-Basso Crati (ad andamento ENE-WSW) ed a Sud da quello di Catanzaro (ad andamento E-W). Queste ultime strutture sembrano proseguire con un sistema di faglie sinistre nel Mar Ionio. In generale, si può affermare che l'intera area ha subito fenomeni di abbassamento durante il Pliocene e fino al Pleistocene inferiore, per poi risultare soggetta ad un graduale e relativamente veloce sollevamento. La morfologia sottomarina è caratterizzata dal proseguimento in mare delle strutture della terraferma, risultando perciò estremamente diversificata. Tratti di piattaforma continentale relativamente estesi si succedono ad aree a maggiore pendenza con la piattaforma decisamente ridotta in ampiezza. La piattaforma stessa e la scarpata risultano interessate in corrispondenza di Capo Colonna e di Capo Rizzuto dalle testate di due *canyon* sottomarini appartenenti al sistema di incisioni che interessano il margine occidentale dei bacini di Crotona e Capo Spartivento.



Nella “Campagna di monitoraggio 2009 inerente al rilevamento della biodiversità e stato e stato di salute dei coralli madreporari all’interno dell’Area Marina Protetta di Capo Rizzuto” (Riolo, 2009), oltre al monitoraggio dei coralli, viene fornita una descrizione dei vari ecosistemi presenti nei primi 30 metri di profondità dell’area marina protetta di Capo Rizzuto.

In quest’area marina protetta sono stati individuate ben 11 specie di madreporari, il 50% delle specie di madreporari presenti nel Mediterraneo a profondità inferiori ai 30 metri.

Nei primi 5 metri di profondità viene riportata la presenza di un organismo probabilmente appartenente al gruppo dei cianobatteri, che crea folte coperture sulle rocce del litorale solitamente ricoperte da macroalghe. Quest’organismo è presente per estese zone, soprattutto tra Capo Rizzuto e Scifo, e sembra competere con altre specie quali alghe macrofite e la fanerogama *Posidonia oceanica*. Inoltre, estesi *biofilm* (diversi però da quello precedentemente riportato), sono presenti anche a profondità comprese tra 20 – 25 metri.

Lo studio riporta anche la presenza del briozoo *Zoobotryon verticillatum*, specie a diffusione cosmopolita, che viene considerata altamente invasiva in alcune parti del mondo, come USA, Australia e Seychelles, mentre in alcuni ecosistemi risulta ecologicamente importante in quanto organismo filtratore. L’autore riporta che sarebbero necessari studi approfonditi per comprendere il ruolo ecologico di tale organismo nella AMP di Capo Rizzuto.

Viene indicata, infine, la presenza del gasteropode *Dendropoma petraeum*, un mollusco appartenente alla famiglia dei vermetidi che è protetto in base alle convenzioni di Berna e Barcellona. Questo gasteropode forma biocostruzioni di notevole importanza ecologica in quanto esse aumentano il substrato disponibile per l’insediamento di numerose alghe, molluschi, crostacei e pesci, contribuendo all’aumento della biodiversità.

4.5.4 Zone marine e costiere interessate da “Important Bird Areas” (IBA)

Nessuna zona importante per l’avifauna ricade entro l’area oggetto d’indagine. Di seguito vengono fornite le informazioni base dell’IBA costiera più vicina (IT149 - Marchesato e Fiume Neto).

4.5.4.1 IT149 “Marchesato e Fiume Neto”

Posizione	Italia, Calabria
Coordinate	16° 57.00' Est; 39°13.00' Nord
Criteri	B1iii, B2, C2, C3, C6
Area (ha)	68,029
Altitudine	0 – 562 metri
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.5 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell’IBA “Marchesato e Fiume Neto” (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2805)

Descrizione del Sito

Una zona bassa e secca delle colline nel sud Italia, di fronte al Mar Ionio, a nord-ovest della città di Crotona e attraversata dal fiume Neto. Il sito è ricco di zone rocciose e piccoli villaggi. Il principale uso del suolo è l’agricoltura.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le specie che si ritrovano nella *Important Bird Area*, gli habitat presenti ed eventuali altre aree di protezione e loro relazione con l'IBA ed in fine le destinazione di uso del territorio.

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
Lanario (<i>Falco biarmicus</i>)	Nidificante	1996	3 coppie nidificanti	Media	B2, C6	Minor preoccupazione
Falco cuculo (<i>Falco vespertinus</i>)	Di passaggio	1996	1000 individui	Povera	B1iii, C3	Quasi minacciata
Falco Pellegrino (<i>Falco peregrinus</i>)	Nidificante	1996	1 – 5 coppie nidificanti	Media	C6	Minor preoccupazione
Nibbio bruno (<i>Milvus migrans</i>)	Nidificante	1996	1 – 3 coppie nidificanti	Media	C6	Minor preoccupazione
Nibbio comune (<i>Milvus milvus</i>)	Nidificante	1996	3 - 8coppie nidificanti	Buona	C6	Quasi minacciata
Biancone (<i>Circaetus gallicus</i>)	Nidificante	1996	2 - 3 coppie nidificanti	Buona	C6	Minor preoccupazione
Capovaccaio (<i>Neophron percnopterus</i>)	Nidificante	1996	3 - 4 coppie nidificanti	Buona	B2, C6	In Pericolo
Gru cenerina (<i>Grus grus</i>)	Di passaggio	1996	1 – 500 individui	Buona	C6	Minor preoccupazione
Gabbiano corallino (<i>Larus melanocephalus</i>)	Svernante	1995	300 individui	Buona	C2	Minor preoccupazione
Ghiandaia marina (<i>Coracias garrulus</i>)	Nidificante	1996	5 – 10 coppie nidificanti	Media	B2, C6	Quasi minacciata
Calandro (<i>Anthus campestris</i>)	Nidificante	1996	comune	-	C6	Minor preoccupazione

Tabella 4.6 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Marchesato e Fiume Neto" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2805)

Area protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA
Fiume Lepre - IT9320123	Direttiva Habitat	258	L'area protetta si sovrappone al sito	184
Fiume Lese - IT9320122	Direttiva Habitat	1240	L'area protetta è contenuta dal sito	1240



Foce del Fiume Neto	Riserva naturale	1500	L'area protetta è contenuta dal sito	1500
Foce Neto - IT9320095	Direttiva Habitat	583	L'area protetta è contenuta dal sito	583
Marchesato e Fiume Neto - IT9320302	Direttiva Uccelli	70205	L'area protetta è identica al sito	68029
Monte Fuscaldo - IT9320110	Direttiva Habitat	2827	L'area protetta è contenuta dal sito	2827
Murgie di Strongoli - IT9320112	Direttiva Habitat	709	L'area protetta è contenuta dal sito	709
Pescaldo - IT9320050	Direttiva Habitat	73	L'area protetta è contenuta dal sito	73
Stagni sotto Timpone S. Francesco - IT9320046	Direttiva Habitat	12	L'area protetta è adiacente al sito	0
Steccato di Cutro e Costa del Turchese - IT9320106	Direttiva Habitat	258	L'area protetta si sovrappone al sito	122
Timpa di Cassiano-Belvedere - IT9320111	Direttiva Habitat	349	L'area protetta è contenuta dal sito	349

Tabella 4.7 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Marchesato e Fiume Neto" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2805)

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del Sito)
Foresta	Sempreverde di latifoglie boschive; boschi misti	10
Macchia	Macchia a sclerofille, gariga e macchia mediterranea	20
Prateria	Steppe e praterie calcaree asciutte	20
Zone umide	Fiumi e torrenti	-
Mare		-
Grotte ed Habitat sotterranei (non acquatici)	Grotte	-
Terrestre – Artificiale	Aree coltivabili; paesaggi altamente migliorati tramite piantumazione; altre aree urbane e industriali; colture perenni, frutteti e boschi; terreni ruderali	40
Zone rocciose	Scogliere nell'entroterra	-

Tabella 4.8 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Marchesato e Fiume Neto" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2805)



Uso del territorio	Estensione (% del Sito)
Agricoltura	50
Foresta	10
Caccia	50
Conservazione della natura e ricerca	3
Urbana/industriale/trasporto	5

Tabella 4.9 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Marchesato e Fiume Neto" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2805)

4.6 Contesto socio-economico

L'area in istanza di permesso di ricerca in mare è situata nell'*offshore* della Regione Calabria, nel Mare Ionio, in posizione esterna al Golfo di Taranto. Si estende per una superficie totale di 748,4 chilometri quadrati, oltre le 12 miglia marine dalle coste calabre.

In particolare si trova al largo delle coste della provincia di Crotona, che nei paragrafi seguenti verrà investigata, sia in termini riguardanti la struttura demografica che per quanto riguarda l'aspetto economico.

4.6.1 Andamento demografico

La regione Calabria al 1° gennaio 2013 registra un numero di residenti pari a 1.958.238, dove il 3,8% è rappresentato da abitanti stranieri. Nel totale la componente femminile (51,3%) è maggiore rispetto alla componente maschile (48,7%) e l'età media, misurata al 2012, è di 42,3 anni.

In Calabria sono presenti cinque province, occupanti un territorio di 15.082,90 chilometri quadrati, con una densità abitativa di 129,8 abitanti per chilometro quadrato (ab/kmq). La provincia antistante l'area in istanza è quella di Crotona che occupa la parte centro orientale della regione e si estende su una superficie di 1.716,58 chilometri quadrati, con una densità abitativa di 100 ab/kmq.

E' costituita da 27 comuni e quelli prospicienti all'area in istanza sono Crucoli, Cirò, Cirò Marina, Melissa, Strongoli, Crotona, Isola di Capo Rizzuto e Cutro (Figura 4.61).

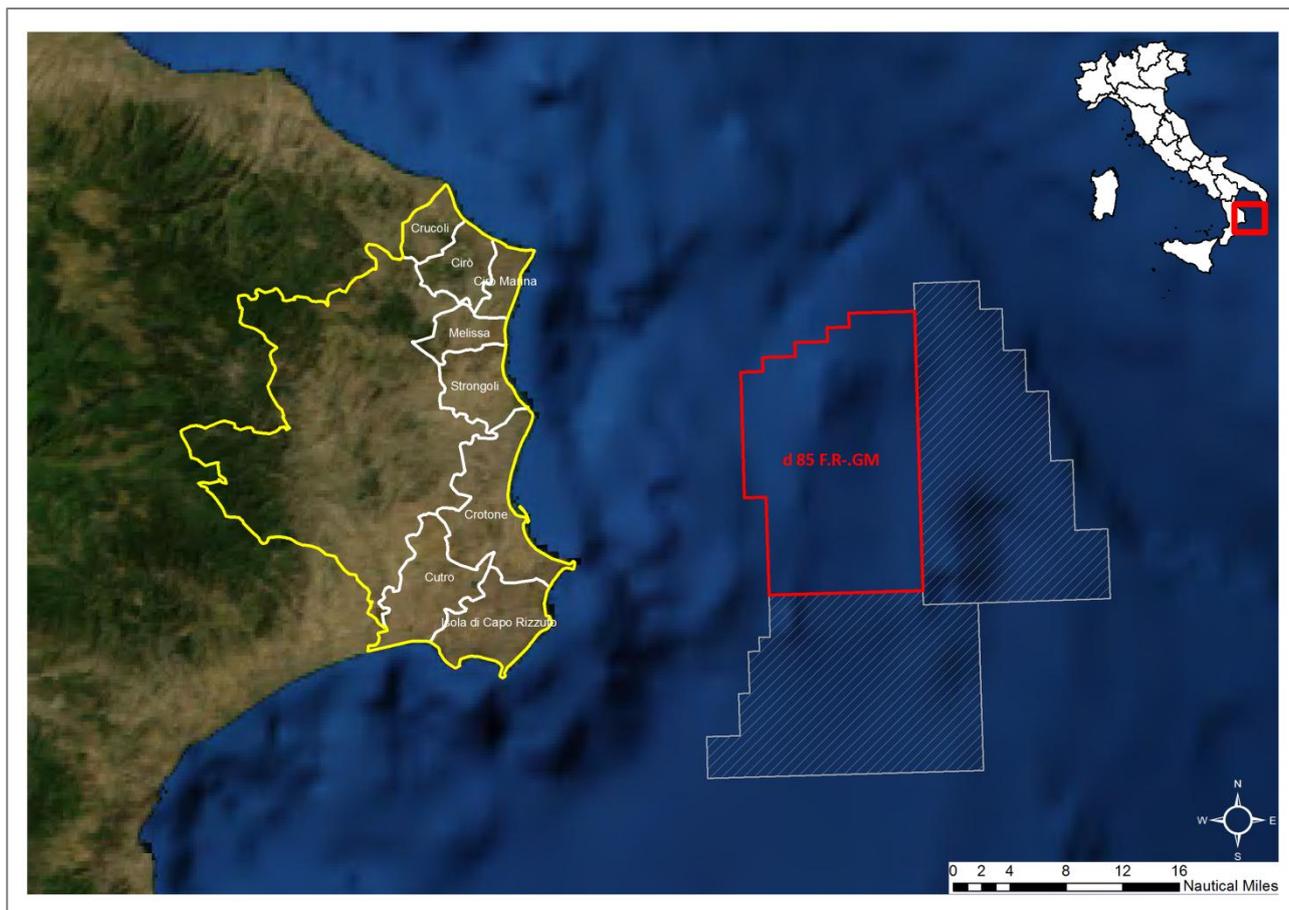


Figura 4.61 – Localizzazione dei comuni della provincia di Crotona, bagnati dal Mar Ionio e dal Golfo di Taranto

Per ognuno, in Tabella 4.10 è posto il valore di superficie, di popolazione residente e di densità abitativa per meglio caratterizzare la fascia costiera di maggior interesse in questo progetto.

Provincia	Comune	Superficie (kmq)	Popolazione residente (ISTAT 2013)	Densità (ab/kmq)
Crotona	Crucoli	49,81	3.228	64,8
	Cirò	70,15	3.087	44,0
	Cirò Marina	41,60	15.061	362,0
	Melissa	50,94	3.631	71,3
	Strongoli	85,29	6.623	77,7
	Crotona	179,83	59.342	330,0
	Isola di Capo Rizzuto	125,27	16.331	130,4
	Cutro	131,87	10.253	77,8

Tabella 4.10 - Dati di superficie, popolazione residente e densità demografica presenti nei comuni costieri prospicienti l'area in istanza di permesso di ricerca di idrocarburi in mare (fonte: www.comuni-italiani.it)

L'andamento demografico riguardante la provincia di Crotona, come si può osservare in Figura 4.62, nell'intervallo di tempo 2001-2006 si è mantenuto attorno alle 173.000 unità per diminuire di bassi valori percentuali sull'anno precedente (in media del -0,2%) nel 2006 con 172.171 unità. Fino al 2010 il trend mostra un incremento della popolazione superiore ai 2400 abitanti. Nel 2011 (anno del censimento dati

ISTAT) la popolazione registrata è pari alle 170.718 unità, con una variazione percentuale sull'anno precedente del -2,23%. Il dato presente al 2012 è tuttavia in risalita del +0,56 %.

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variazione % su anno prec.
2001	173.030	-
2002	172.735	-0,17
2003	173.140	+0,23
2004	172.970	-0,10
2005	172.374	-0,34
2006	172.171	-0,12
2007	172.849	+0,39
2008	173.370	+0,30
2009	173.812	+0,25
2010	174.605	+0,46
2011	170.718	-2,23
2012	171.666	+0,56
Variazione % Media Annuale (2006/2012): -0,05		
Variazione % Media Annuale (2009/2012): -0,41		

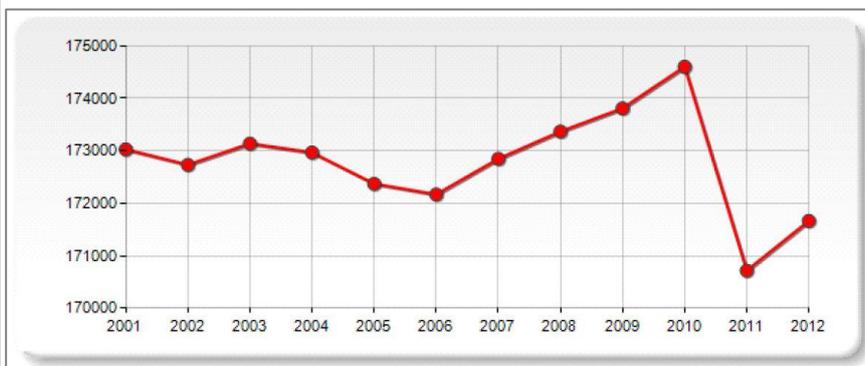


Figura 4.62 - Trend della popolazione della provincia di Crotona dal 2001 al 2011 (fonte: www.urbistat.it)

Il trend visto per la provincia di Crotona non si discosta molto da quello relativo alla regione Calabria, che mostra nello stesso intervallo di tempo interrogato un'iniziale flessione negativa per poi convertirsi dal 2006 ad un andamento positivo. Risulta evidente dalla Figura 4.63 che, anche per la regione, la variazione percentuale del 2011 (registrata sull'anno precedente) risulta essere molto negativa (-2,63%).

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variazione % su anno prec.
2001	2.009.623	-
2002	2.007.392	-0,11
2003	2.011.338	+0,20
2004	2.009.268	-0,10
2005	2.004.415	-0,24
2006	1.998.052	-0,32
2007	2.007.707	+0,48
2008	2.008.709	+0,05
2009	2.009.330	+0,03
2010	2.011.395	+0,10
2011	1.958.418	-2,63
2012	1.958.238	-0,01
Variazione % Media Annuale (2006/2012): -0,33		
Variazione % Media Annuale (2009/2012): -0,85		

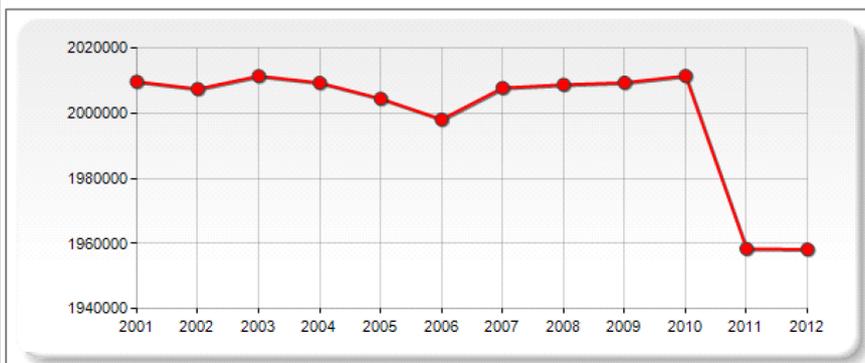


Figura 4.63 - Trend della popolazione della regione Calabria dal 2001 al 2011 (fonte: www.urbistat.it)

4.6.2 Contesto economico

Nel 2009 il tessuto imprenditoriale della provincia di Crotona risulta essere costituito da 17.962 imprese, rappresentanti il 10% di quelle presenti nell'intera regione Calabria, rispetto quindi ad un 36% registrato per la provincia di Cosenza e un 27% della provincia di Reggio Calabria.

Nella provincia di Crotona i settori maggiormente rilevanti sono quelli dell'agricoltura (29%) e del commercio (25%), seguiti da quello delle costruzioni e delle attività manifatturiere.

Nel settore agricolo sono diffuse le produzioni ortofrutticole, lattiero-casearie, apicole e concernenti le colture specializzate, quali le erbe aromatiche. Anche l'allevamento di bovini, ovini e caprini è sviluppato. Nel settore vitivinicolo esistono produzioni DOC (Denominazione di Origine Controllata) come Cirò, Melissa

e S. Anna di Isola Capo Rizzuto e produzioni IGT (Indicazione Geografica Tipica) come Lipuda, Val di Neto e Calabria.

Negli ultimi anni in tutta la provincia si sono sviluppate le cosiddette “colture industriali” della bietola, della cerealicoltura, dei pomodori e della viticoltura.

Si è inoltre diffusa la nascita di piccole nuove imprese, soprattutto nei settori agro-alimentare, tessile e meccanico in conseguenza alla dismissione dei colossi chimici quali Enichem, Montedison e Cellulosa Calabria.

Si evidenzia la predominanza delle attività individuali (73%) rispetto alle altre forme di impresa, ad esempio le società di persone (11%) e società di capitale (11%). Inoltre, il 23% del tessuto imprenditoriale crotonese è costituito da donne, dove nei servizi pubblici, sociali e personali raggiunge una percentuale del 45%, negli alberghi e ristoranti un 36% e nel commercio generale una quota del 29% (www.kr.camcom.it).

4.6.3 Utilizzazione dell'area costiera

Nel 2013 nella Regione Calabria si è registrato un numero di arrivi pari a 1,472 milioni per un totale di circa 8 milioni di pernottamenti. Il numero di turisti stranieri è stato di circa 254.300 producendo il più alto numero di presenze di sempre. Il turista italiano è in continua diminuzione dal 2011, in linea con la situazione nazionale. La maggior parte dei turisti stranieri soggiorna lungo le coste del Mar Ionio (2.5) e del Mar Tirreno (2.9), mentre nell'entroterra il dato è in calo (Tabella 4.11).

	Italiani			Stranieri			Totale		
	Arrivi	Presenze	P.M.	Arrivi	Presenze	P.M.	Arrivi	Presenze	P.M.
Anno 2013/2012									
Entroterra	5,9	-5,5	-0,3	-16,5	-28,0	-0,5	3,1	-8,7	-0,3
Ionio	-4,5	-4,3	0,0	-1,0	2,9	0,3	-4,2	-3,6	0,0
Tirreno	-5,1	-6,5	-0,1	8,6	2,5	-0,4	-1,9	-3,8	-0,1
Montagna	-6,5	-11,2	-0,1	-16,8	-12,4	0,2	-7,2	-11,4	-0,1
Calabria	-3,7	-5,6	-0,1	4,0	1,1	-0,2	-2,4	-4,3	-0,1

Tabella 4.11 – Variazioni percentuali di arrivi e presenze, differenze assolute di permanenza media negli esercizi ricettivi presenti nella Regione Calabria (fonte: www.sistan.it)

Per quanto riguarda la provincia di Crotona, né il dato relativo al turista straniero né quello relativo al turista italiano determina valori positivi, a differenza di quanto accade nelle altre province della regione (Tabella 4.12). Nell'area dello Ionio catanzarese la componente straniera, ad esempio, registra un incremento degli arrivi del 14,8% e delle presenze pari al 26,7%. Nel complesso il periodo medio di soggiorno dei turisti, sia stranieri che italiani, diminuisce.

Anno	Italiani			Stranieri			Totale		
	Arrivi	Presenze	P.M.	Arrivi	Presenze	P.M.	Arrivi	Presenze	P.M.
2013/2012	0,9	-2,0	-0,2	-6,7	-14,9	-0,7	0,5	-2,8	-0,3
2013/2011	-9,9	-7,9	0,2	-12,8	-8,5	0,3	-10,0	-7,9	0,2
2012/2011	-10,7	-6,0	0,4	-6,6	7,6	1,1	-10,5	-5,3	0,5

Tabella 4.12 - Variazioni percentuali di arrivi e presenze, differenze assolute di permanenza media negli esercizi ricettivi presenti nella provincia di Crotona (fonte: www.sistan.it)

Sebbene il dato concernente il sistema turistico locale non risulti essere tra i più ottimisti, il litorale della provincia di Crotona offre un paesaggio di grande bellezza, dato, prima su tutte, dalla Riserva Marina di Capo Rizzuto. Qui il turista può incorrere in un percorso ricco di storia e archeologia, caratterizzato da un patrimonio naturalistico e biologico di notevole valore.

La provincia è ricca anche di dimore nobiliari, di fortificazioni militari e di castelli, come il Castello Aragonese a Le Castella, la Torre Vecchia a Capo Rizzuto, il Castello Fortezza a Santa Severina, la Torre Merlata a Melissa, il Castello fortezza Carlo V a Crotone e la Torre di Nao a Capo Colonna. Il turista è spinto a visitare la provincia anche per l'elevato patrimonio enogastronomico, dal vino Magno Greco all'ottimo pesce azzurro.

In termini di balneazione, la Regione Calabria in collaborazione con l'Arpacal ha provveduto a classificare le acque della Calabria, dividendole in diversi livelli di qualità. Come risultato è emerso che all'inizio della stagione balneare 2012 (sui dati relativi agli anni 2008-2011) per la provincia di Crotone, è stato ottenuto il miglior risultato, nonché in nessuna delle località in essa presente è stata attribuita una qualità delle acque "scarsa". Le acque dei comuni Cirò, Cirò Marina, Strongoli, Melissa, Crucoli, Crotone e Isola di Capo Rizzuto risultano essere tutte "eccellenti", tranne Cutro che mostra su 7 campionamenti "eccellenti", un "buona" (www.secom.it).

Lungo la maggior parte del tratto di costa della provincia di Crotone sono molteplici gli stabilimenti balneari, i villaggi e camping turistici e numerosi sono le località che offrono al turista strutture ricettive e ogni tipo di attività legata al mare e non, dal *diving* con itinerari di turismo subacqueo da Cirò Marina fino a Capo Piccolo, al noleggio barche a vela, al cicloturismo fino all'escursionismo (www.crotoneturismo.it).

4.6.4 Traffico marittimo

Il principale porto calabrese dedicato al trasporto merci è il porto di Gioia Tauro, mentre quelli adibiti al trasporto di persone si trovano a Reggio Calabria e a Villa San Giovanni.

Dal 2007 al 2010 in Calabria si è registrato un aumento delle quantità totali movimentate pari a circa il 37%. Il numero di sbarchi è aumentato del 41% e quello degli imbarchi del 32%. Come si evince dalla Figura 4.64 in Italia gli stessi dati sono andati diminuendo, rispettivamente del 11% e del 2%.

	2007	2008	2009	2010
Calabria				
Sbarchi	16.125	16.234	17.527	22.757
Imbarchi	15.566	15.293	16.867	20.579
Totale	31.690	31.527	34.394	43.336
Italia				
Sbarchi	363.373	358.752	316.872	324.457
Imbarchi	173.955	167.466	152.958	169.634
Totale	537.327	526.218	469.830	494.091

Fonte: Istat (2012)

Figura 4.64 - Merce nel complesso della navigazione (migliaia di tonnellate); anni 2007-2010 (fonte: www.regione.calabria.it/trasporti)

Il porto di Gioia Tauro è l'unico in Calabria ad aver trattato, nell'intervallo di tempo 2005-2010, più di 25 milioni di tonnellate annue di merce, superando nel 2010 i 35 milioni e, sempre nello stesso periodo, aver movimentato merce in navigazione di cabotaggio per una percentuale del 15% sul totale imbarchi e sbarchi.

Questo è il primo porto italiano nelle attività di *transshipment* di merci containerizzate ed uno dei più importanti *hub* del traffico container nel bacino del Mediterraneo.

I porti di Vibo Valentia e Reggio Calabria sono caratterizzati in maniera quasi esclusiva al servizio di navigazione di tipo cabotaggio, rispettivamente per il 90% e il 100%. Hanno trattato anche un numero di tonnellate annue di merce pari a 1.000.000, nel periodo 2005-2007 il porto di Vibo Valentia e nel 2010 quello di Reggio Calabria.

Il sistema portuale calabrese è costituito da ulteriori porti di diverse dimensioni e funzioni, localizzati lungo i 740 chilometri di coste calabre. In Tabella 4.13 sono elencati tutti i porti presenti lungo il litorale ionico della regione Calabria.

Porto	Funzione			
	Commerciale	Servizio passeggeri	Peschereccia	Turistica e da diporto
Saline Ioniche (RC)	X			X (40 posti barca)
Roccella Ionica (RC)			X	X (447 posti barca)
Gallipari/Badolato (CZ)			X	X (287 posti barca)
Marina di Catanzaro (CZ)			X	
Le Castella (KR)			X	X (270 posti barca)
Crotone Porto Vecchio (KR)			X	X (600 posti barca)
Crotone Porto Nuovo (KR)	X			
Cirò Marina (KR)			X	X (340 posti barca)
Cariati (CS)			X	X (211 posti barca)
Corigliano Calabro (CS)	X		X	X (75 posti barca)
Marina Laghi di Sibari (CS)				X (390 posti barca)

Tabella 4.13 – Porti calabresi, litorale ionico (fonte: www.regione.calabria.it/trasporti, modificata)

Nella provincia di Crotone i porti presenti sono quelli di Crotone, Vecchio e Nuovo, quello di Le Castella e di Cirò Marina.

Nel comune di Crotone, come appena accennato, i porti presenti sono due e non comunicano tra loro. Il più piccolo e più antico, appunto Porto Vecchio, si trova a SE dell’abitato ed è caratterizzato da bassi fondali e da un’entrata che richiede complicate manovre, ad oggi è utilizzato per accogliere le unità da diporto e i pescherecci della locale marineria.

Il Porto Nuovo invece è adibito, come visto in Tabella 4.13, al traffico commerciale e per questo è di dimensioni maggiori rispetto al primo e sono assicurati i servizi portuali di pilotaggio, rimorchio e ormeggio.

I traffici marittimi sono per il 65% dovuti alla navigazione di cabotaggio mentre per il 35% alla navigazione internazionale. Negli ultimi anni il traffico merci ha subito un rallentamento provocato soprattutto dalla chiusura di importanti complessi industriali presenti nella zona. La movimentazione del porto riguarda sia prodotti industriali che commerciali ed è per lo più legata al traffico dei cereali (www.regione.calabria.it/trasporti).

Recentemente è stato presentato un progetto relativo alla realizzazione della Porta di accesso ed i relativi uffici (*gate*) del porto commerciale di Crotone; si prevede che l’espletazione della gara d’appalto avverrà verso la fine dell’anno 2014 (www.cn24tv.it 04/07/2014) e poi si procederà con l’inizio dei lavori.

Dalla Carta Nautica del Golfo di Taranto si osserva che l’area in istanza non viene attraversata da rotte marittime principali probabilmente perché il flusso delle imbarcazioni da/per il Golfo di Taranto è spostato più a est o semplicemente perché è una zona meno frequentata dal traffico navale, più incentrato sicuramente nel vicino Mar Adriatico, stretto di Messina e Canale di Sicilia.

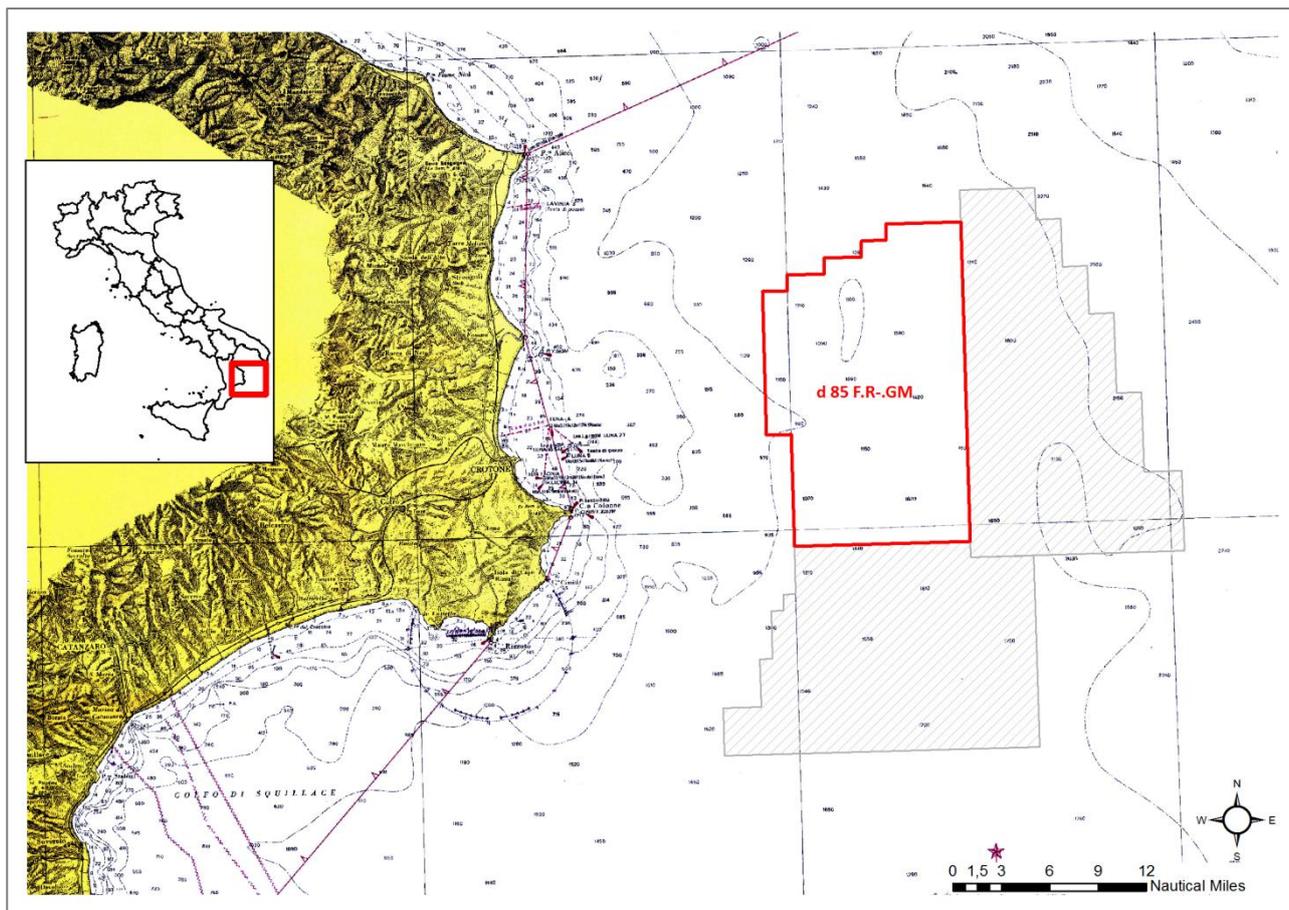


Figura 4.65 – Carta Nautica del Golfo di Taranto con evidenziata in rosso l'area in istanza

4.6.5 Pesca

4.6.5.1 Inquadramento Ecologico dell'area

Al fine di poter adeguatamente valutare eventuali impatti al settore pesca della Regione Calabria, dovuti all'attività di ricerca in mare, è stato fatto affidamento ai dati presenti nel "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e consultabile interamente dal sito: www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5164.

Considerazioni relative alla modalità di raccolta dei dati per la valutazione delle risorse biologiche e sul monitoraggio dell'attività di pesca delle flotte ivi operanti (evidentemente legata ad aspetti giuridici nazionali) hanno determinato la ripartizione del Mar Mediterraneo in una serie di aree che fanno da riferimento tanto per le attività di gestione quanto per quelle di indagine scientifica. Tali aree rappresentano, con i loro confini, un compromesso tra i vari aspetti in gioco (giuridico, geografico, ambientale). Il Mar Mediterraneo è stato suddiviso in 30 sub-aree geografiche (Figura 4.66), denominate GSA (*Geographic Sub Areas*). Tale ripartizione è stata stabilita dalla risoluzione 31/2007/2 della Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo (*General Fishery Commission for the Mediterranean - GFCM*), su indicazioni del Comitato Scientifico Consultivo (*Scientific Advisory Committee - SAC*).

1	Mare di Alboran settentrionale	16	Coste meridionali della Sicilia	
2	Isole Alboran	17	Adriatico settentrionale	
3	Mare di Alboran meridionale	18	Adriatico meridionale	
4	Algeria	19	Ionio occidentale	
5	Isole Baleari	20	Ionio orientale	
6	Nord della Spagna	21	Ionio meridionale	
7	Golfo del Leone	22	Mare Egeo	
8	Corsica	23	Isola di Creta	
9	Mar Ligure e Tirreno settentrionale	24	Mar di Levante settentrionale	
10	Tirreno centro-meridionale	25	Isola di Cipro	
11	Mari di Sardegna	11.1 Sardegna Ovest	26	Mar di Levante meridionale
		11.2 Sardegna Est		
12	Nord della Tunisia	27	Mar di Levante	
13	Golfo di Hammamet	28	Mar di Marmara	
14	Golfo di Gabes	29	Mar Nero	
15	Isola di Malta	30	Mar d'Azov	



Figura 4.66 - Ripartizione delle Mediterraneo nelle 30 aree sub-geografiche come stabilito dalla risoluzione 31/2007/2 della Commissione Generale per la Pesca nel Mediterraneo (fonte: Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani – Capitolo 2, aspetti ecologici)

La GSA 19 si estende per circa 16.500 chilometri quadrati con un *range* batimetrico compreso tra i 10 e gli 800 metri di profondità (Figura 4.67).

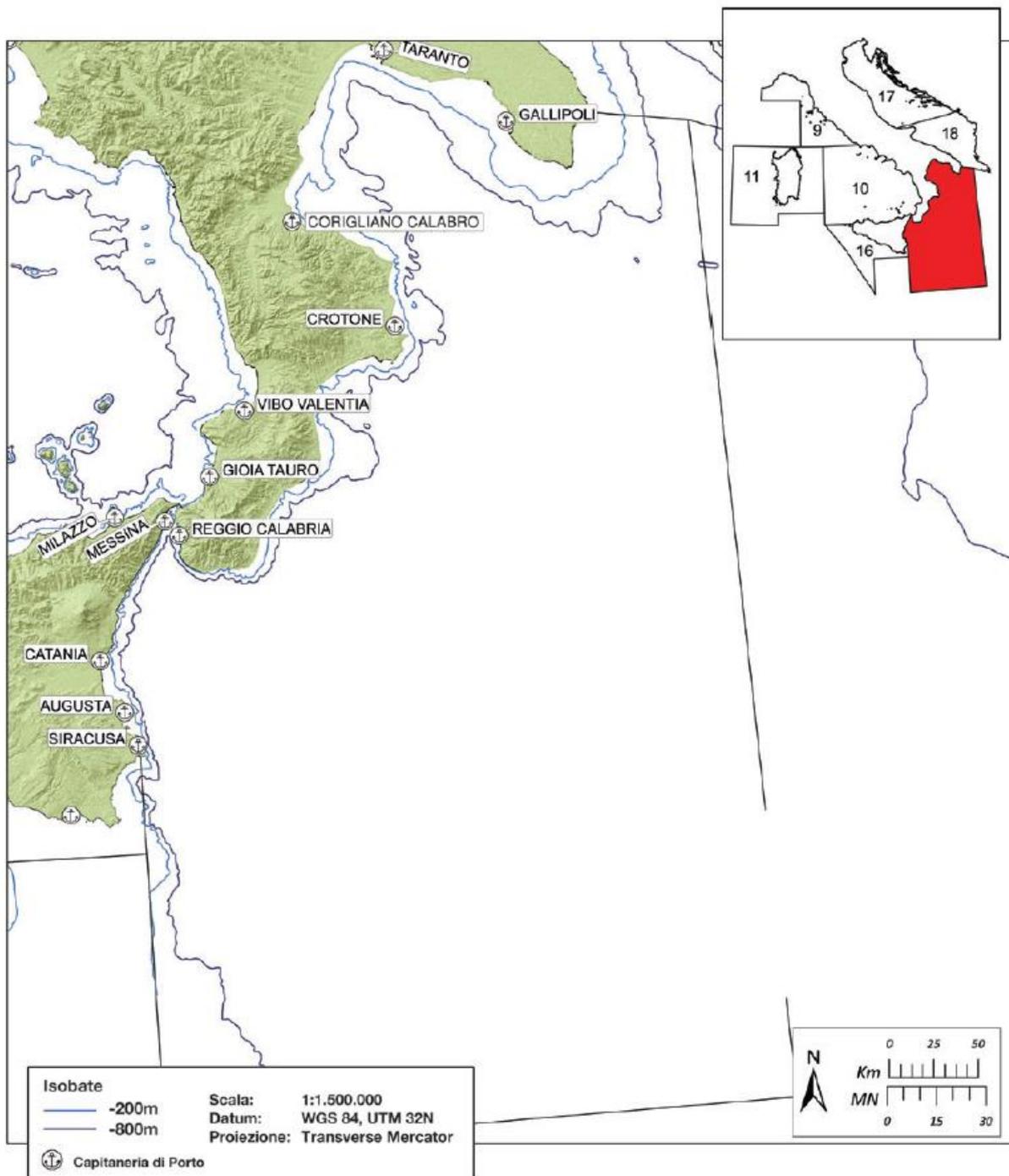


Figura 4.67 - Delimitazione geografica della GSA 19 (fonte: "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura dei mari italiani", Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali)

Il bacino settentrionale del Mar Ionio è suddiviso in due settori dal canyon di Taranto; questi due settori differiscono tra loro per caratteristiche geomorfologiche ed idrografiche. Si può distinguere un versante salentino, in cui la piattaforma continentale è più ampia e declina verso la scarpata continentale in modo lieve, ed un versante calabro-siculo in cui la piattaforma continentale scende rapidamente verso le profondità maggiori. Inoltre la piattaforma continentale del settore calabro è meno estesa di quello pugliese, con il margine della stessa che può trovarsi già a profondità tra 30 e 100 metri. Numerosi canyon e canali permettono il trasporto dei sedimenti della piattaforma fino alle profondità epibatiali. Questi canyon sono importanti in quanto possono funzionare da "rifugi ecologici" per diverse risorse demersali

perché sono siti di distribuzione di specie marine in particolari fasi del loro ciclo vitale (ad esempio il gambero viola, *Aristeus antennatus*), ma soprattutto perché essi sono impraticabili per la pesca a strascico. Inoltre i canyon costituiscono habitat dove può localizzarsi un'alta diversità di specie, per cui vengono considerati degli "hot spot" della biodiversità.

La presenza di numerosi fiumi e torrenti lungo la costa ionica della Basilicata e della Calabria ha determinato la formazione di ampie spiagge alluvionali caratterizzate da fasce dunali ricoperte da macchia sempre verde. Nel piano infralitorale si trova un'alternanza di biocenosi tipiche delle sabbie fini e grossolane con il detritico costiero e le praterie delle fanerogame marine *C. nodosa* e *P. oceanica*. In Calabria a Sudest di Capo Spulico è presente la secca dell'Amendolara la quale, con un area di circa 31 chilometri quadrati e la ricchezza di specie di interesse commerciale, viene frequentata dai pescatori locali che usano attrezzi quali tramagli, palamiti e nasse. Alle maggiori profondità attorno ad essa, invece, viene effettuata la pesca a strascico mirata soprattutto alla cattura del nasello (*Merluccius merluccius*) e di gamberi rosa (*Parapenaeus longirostris*).

Oltre la piattaforma continentale, a livello di tutto il bacino, si trova la biocenosi del fango batiale, caratterizzata dalle specie *Funiculina quadrangularis* e *Isidella elongata*. Alle biocenosi caratterizzate da queste specie risultano spesso associate specie di importanza commerciale, in particolare il gambero rosa (*P. longirostris*), lo scampo (*Nephrops norvegicus*), ed i gamberi *Aristeus antennatus* e *Aristaeomorpha foliacea*.

Le più importanti risorse demersali per l'intera GSA 19 sono la triglia di fango (*Mullus barbatus*), il nasello (*Merluccius merluccius*), il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*), lo scampo (*Nephrops norvegicus*), il gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) ed il gambero viola (*Aristeus antennatus*).

Altre specie di interesse commerciale sono il polpo comune (*Octopus vulgaris*), la seppia (*Sepia officinalis*), il pagello fragolino (*Pagellus erythrinus*), i moscardini (*Eledone chirrosa* ed *Eledone moschata*), i totani (*Illex coindettii* e *Todaropsis eblanae*), il potassolo (*Micromesistius potassou*), le rane pescatrici (*Lophius piscatorius* e *Lophius budegassa*), la musdea (*Phycis blennoides*), lo scorfano (*Helicolenus dactylopterus*) ed i gamberetti *Plesionika edwardsii* e *Plesionika martia*.

4.6.5.2 Tipologie di pesca

Nello "Stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani", si riporta che per la GSA 19 che in relazione ai fondali ed alla importanza commerciale delle varie specie, la pesca viene effettuata sia nelle acque costiere che a livello della scarpata fino alle profondità di 700 – 750 metri. Inoltre, viene riportato che la pesca in questa GSA è generalmente costiera ed artigianale, con l'uso di varie tipologie di attrezzi come reti da posta, reti da circuizione, palangari e nasse; invece la pesca a strascico è di secondaria importanza sia per numero di battelli che per produzione. Ciononostante, in Puglia ed in Calabria lo strascico è il sistema di pesca maggiormente impiegato, seguito dalla piccola pesca costiera.

Come è possibile vedere dalla Figura 4.68 i compartimenti marittimi dove lo strascico è principalmente impiegato sono: Gallipoli, Crotone e Reggio Calabria.

Compartimento	Strascico		Palangaro		Rete da posta		Circauzione	
	N. barche	media GT	N. barche	media GT	N. barche	media GT	N. barche	media GT
Marittimo								
Gallipoli	75	11,61	16	8,22	313	3,58	-	-
Taranto	53	9,27	2	9,43	118	2,65	6	8,92
Crotone	95	18,55	16	9,31	262	2,71	-	-
Reggio Calabria	1	19,55	4	15,40	121	2,15	-	-

Figura 4.68 – Numero di imbarcazioni e stazza lorda media (GT) suddiviso per attività di pesca nelle maggiori marinerie della GSA 19 (fonte: “Lo stato della pesca e dell’acquacoltura dei mari italiani”, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali)

La percentuale più alta di imbarcazioni di stazza maggiore sono localizzate soprattutto nel Compartimento di Crotone (44%), seguito da Reggio Calabria (21%), Gallipoli (24%) e Taranto (11%). La flotta a strascico che opera lungo il litorale ionico della Calabria e della Puglia è composta da 225 battelli per un tonnellaggio complessivo di 4000 GT ed una potenza motore di poco superiore ai 30000 kW. In termini di sforzo di pesca, i battelli a strascico rappresentano il 21% come numerosità, il 64% come GT ed il 56% come kW dei battelli della GSA 19. La quasi totalità delle imbarcazioni che adibite alla pesca a strascico effettuano bordate di pesca di un giorno, come la flotta dei compartimenti marittimi di Gallipoli, Taranto e Crotone, ad eccezione di alcune flottiglie del comparto di Reggio Calabria in cui possono effettuare bordate anche di 2 – 3 giorni (Irepa, 2010).

I pescherecci a strascico realizzano la più alta produzione ed il valore maggiore al pescato prodotto nella GSA 19.

4.6.5.3 Indici di biomassa e densità delle principali specie bersaglio della pesca

Nel capitolo de “Lo stato della pesca e dell’acquacoltura nei meri italiani”, vengono mostrati gli indici di abbondanza in termini di biomassa e densità calcolati in sui dati tratti dalle campagne MEDITS, CMBIL e GRUND durante gli anni 1994 – 2010.

In Figura 4.69 sono mostrati i valori di biomassa per i principali gruppi di specie d’interesse commerciale pescate nell’area.

I Teleostei hanno mostrato un andamento quasi costante nel periodo considerato, con due picchi uno nel 1997 ed uno nel 2005 con valori rispettivamente di 348 e 368 chilogrammi per chilometro quadrato. Sia Cefalopodi che Selaci hanno mostrato un *trend* in aumento della biomassa nel periodo dal 1994 al 2010, seppur con fluttuazioni durante gli anni. Al contrario, i Crostacei non hanno mostrato nessun *trend* significativo nell’arco di tempo analizzato.

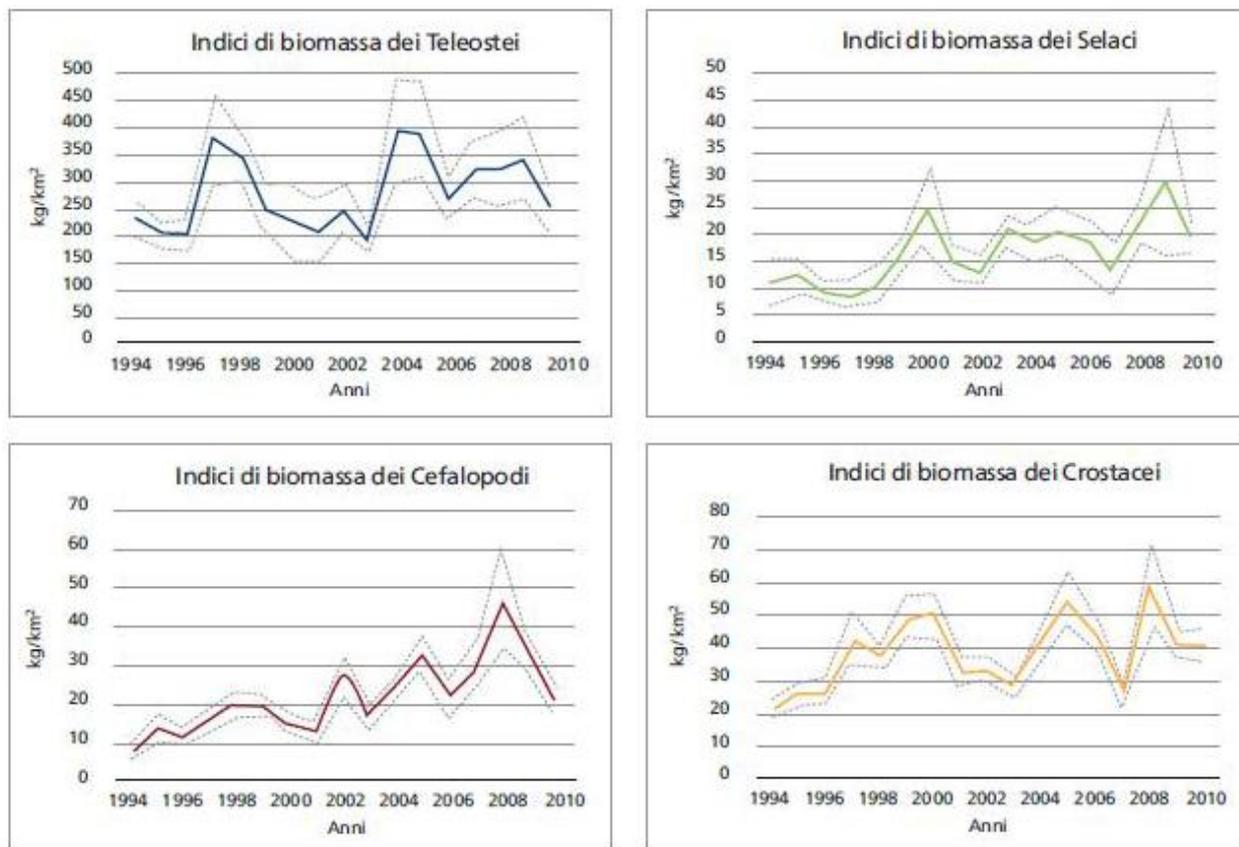


Figura 4.69 - Indici di biomassa (kg/km^2) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali categorie faunistiche: Teleostei, Selaci, Cefalopodi e Crostacei (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" – Capitolo 2)

Per quanto riguarda gli andamenti degli indici di biomassa e densità delle specie maggiormente pescate, essi vengono riportati in Figura 4.70.

Il nasello (*Merluccius merluccius*) ha mostrato ampie variazioni negli indici considerati, ma in generale non è stata individuata nessuna tendenza temporale. La triglia di fango (*Mullus barbatus*), ha invece mostrato un *trend* positivo significativo negli anni, con un evidente picco nel 2007. Il gambero viola (*Aristeus antennatus*) e lo scampo (*Nephrops norvegicus*), non hanno mostrato alcun *trend* temporale significativo sia per quanto riguarda l'indice di biomassa che quello di densità. Il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) non ha mostrato un *trend* significativo nella biomassa, ma ha invece mostrato un incremento significativo per quanto riguarda l'indice di densità.

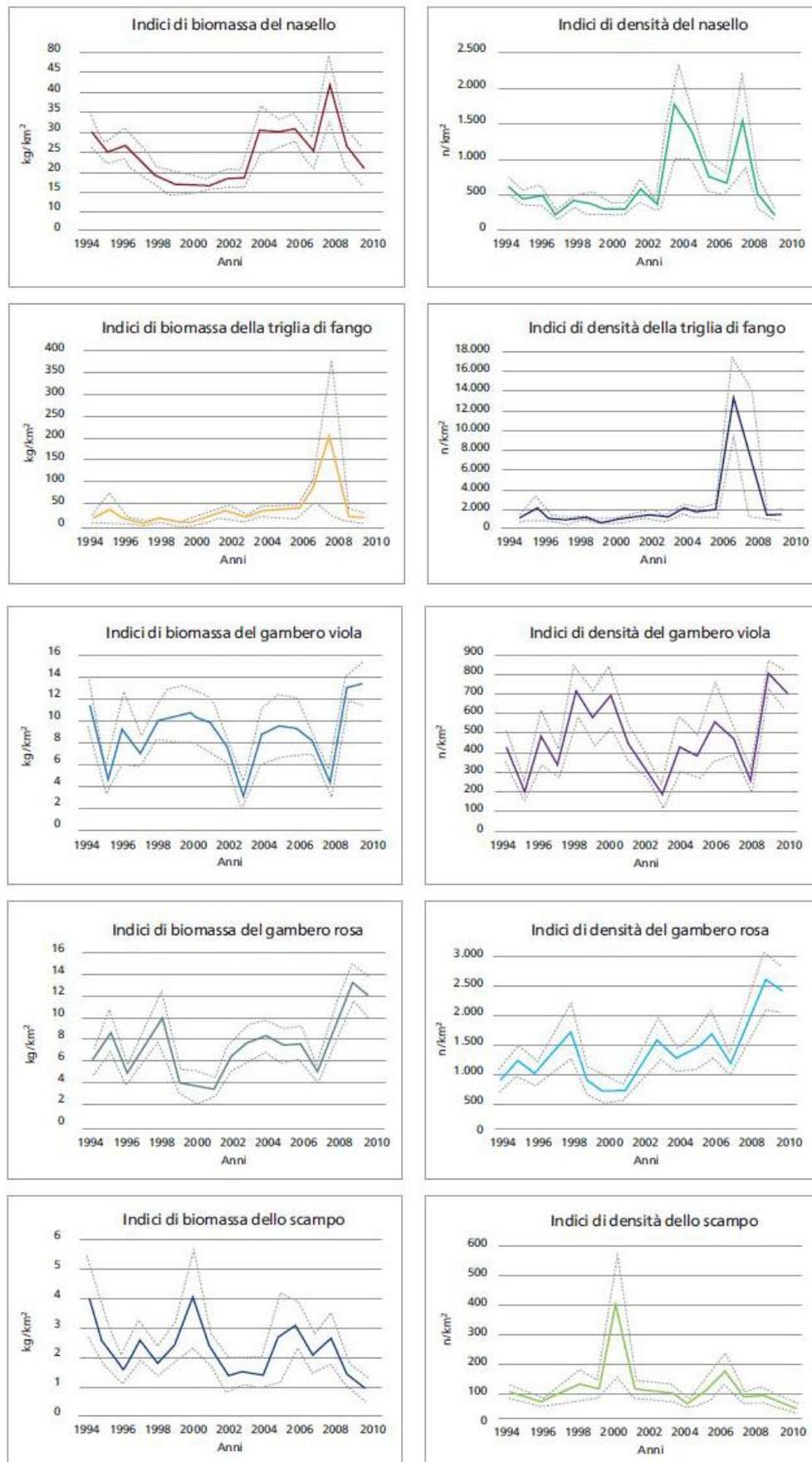


Figura 4.70 - Indici di biomassa (kg/km²) e di densità (n/km²) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali specie bersaglio stimati sul loro areale di distribuzione (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" – Capitolo 2)

4.6.5.4 Le specie maggiormente pescate

Di seguito si portano le specie principalmente pescate nell'area dello Ionio settentrionale.

4.6.5.4.1 Nasello (*Merluccius merluccius*)

Il nasello è un'importante risorsa demersale in tutto il mondo. Nel Mediterraneo si riconosce la sottospecie *Merluccius merluccius smiridus* (Cohen et al., 1990) la quale, a livello di bacino, mostra due picchi riproduttivi stagionali nel mar Adriatico e nel mar Ligure (in primavera ed autunno), e tre picchi riproduttivi in Tunisia, mentre lungo le coste Catalane questa specie è capace di riprodursi durante tutto l'arco dell'anno.

In Figura 4.71 sono riportati i dati ottenuti sulla distribuzione del merluzzo lungo le coste della Regione Calabria, estrapolati dallo lavoro di Orsi-Relini et al. (2002), durante la campagna MEDITS.

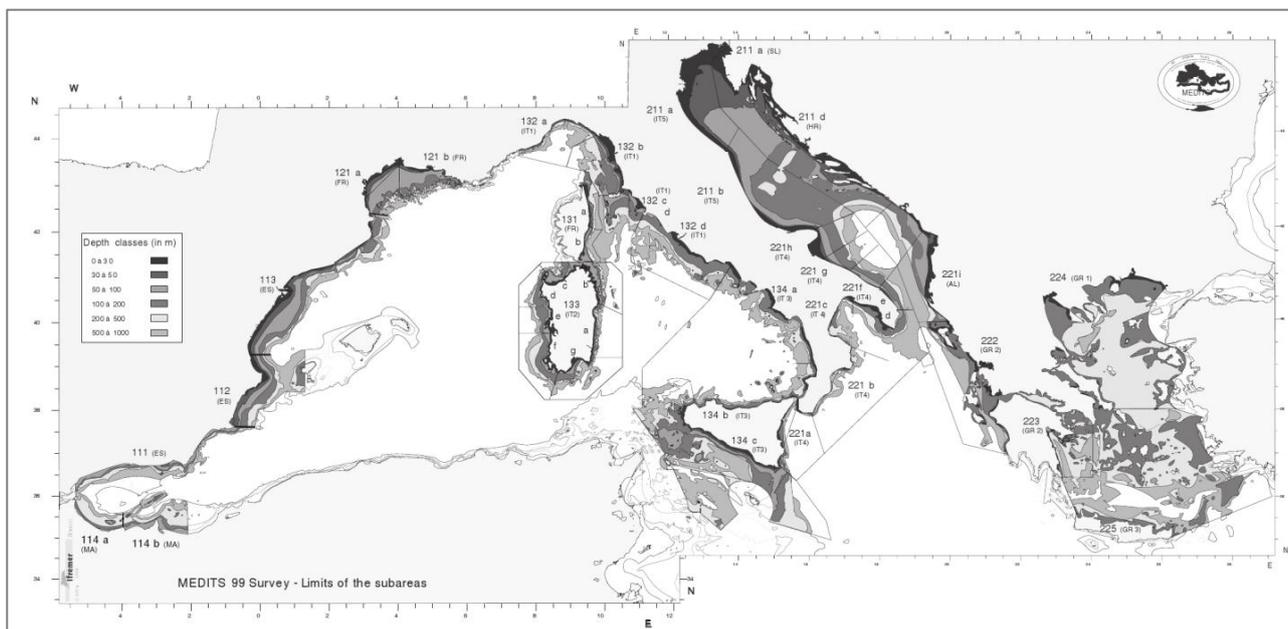


Figura 4.71 - Aree di campionamento delle Campagne MEDITS nel Mediterraneo (fonte: Orsi-Relini et al., 2002)

I dati di questo lavoro indicano in generale valori abbastanza bassi nella biomassa media di questa specie lungo le coste calabre, con un massimo di 24,8 chilogrammi per chilometro quadrato (valore medio di biomassa) nel 1998 alla profondità compresa tra 100 – 200 metri. In generale, il nasello in questo tratto di mare si trova principalmente tra i 50 ed i 500 metri di profondità, anche se in abbondanza non elevata come già precedentemente detto, e si riduce fortemente oltre questo range di profondità.

4.6.5.4.2 Triglia di fango (*Mullus barbatus*)

Le triglie sono pesci demersali comuni nel mar Mediterraneo che si trovano principalmente entro i 200 metri di profondità.

M. barbatus abita i fondali sabbiosi e fangosi ed è distribuito in tutto il Mediterraneo, incluso il Mar Nero e l'est Atlantico dalla Scandinavia al Senegal (Fischer et al., 1987).

In Tserpes et al. (2002), si riportano i dati di abbondanza e biomassa delle triglie di fango e di scoglio provenienti dalla campagna MEDITS effettuata negli anni 1994 – 1999; un progetto Europeo atto a valutare a livello del bacino del Mediterraneo gli stock di diverse specie di interesse commerciale.

I dati ricavati da questo studio indicano la quasi totale assenza di *M. barbatus* sotto i 500 metri di profondità. Infatti, soltanto nell'anno 1999 sono stati osservati 12 individui per chilometro quadrato (valore medio) a profondità comprese 200 – 500 metri. Oltre, non è stata osservata la presenza di questa specie.

In generale questa specie è stata ritrovata tra i 10 ed i 100 metri di profondità, con il numero massimo di individui trovato tra i 50 ed i 100 metri di profondità nel 1998 (1258, media individui per chilometro quadrato).

4.6.5.4.3 Gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*) e gambero viola (*Aristeus antennatus*)

In Cau et al. (2002) sono stati analizzati i dati a riguardo del gambero rosso, provenienti dalla campagna MEDITS effettuati lungo diverse coste del Mediterraneo tra cui quelle interessate da questo studio (Figura 4.72).

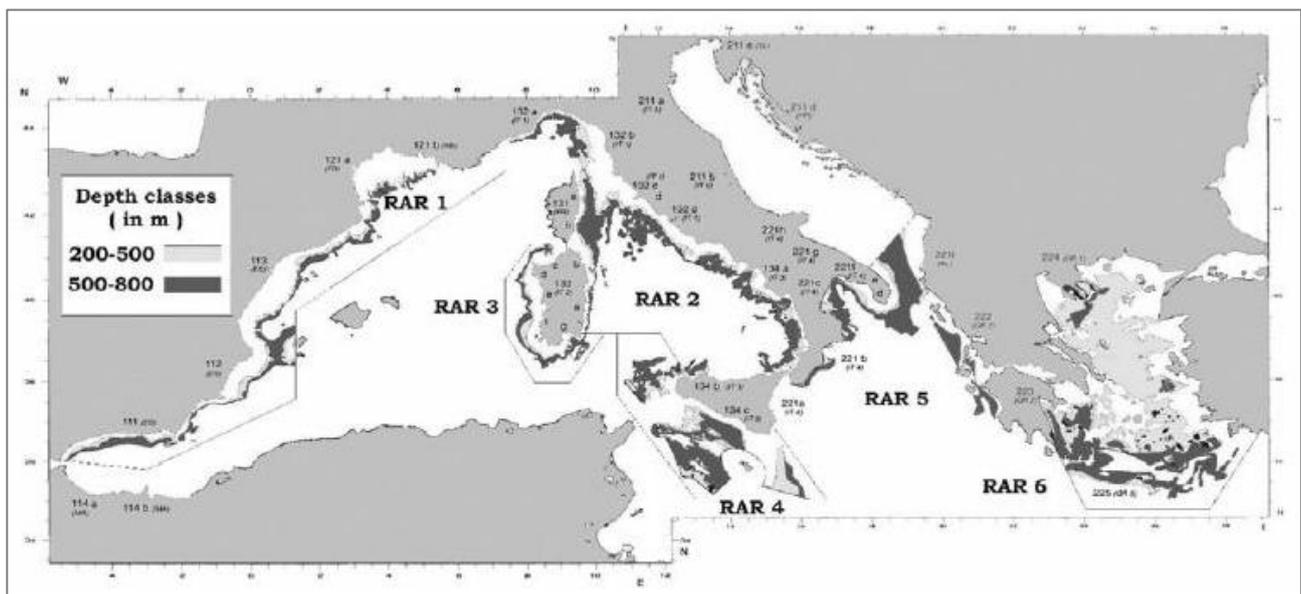


Figura 4.72 - Aree di campionamento nel Mediterraneo del gambero rosso, *Aristaeomorpha foliacea*, durante la campagna MEDITS (fonte: Cau et al. 2002)

I campionamenti hanno interessato profondità comprese tra i 200 gli 800 metri durante gli anni 1994 – 1999.

Per il gambero rosso, l'indice di biomassa (valore medio espresso in chilogrammi per chilometro quadrato) per la porzione di mare a largo delle coste calabresi ha mostrato valori abbastanza bassi durante l'arco temporale considerato, con il valore maggiore nell'anno 1999 (10,55 kg/km²). Infatti, in generale il valore medio di biomassa per l'intero periodo è stato di 1,6 kg/km² contro, ad esempio, l'11,41 kg/km² dello Stretto di Sicilia. Gli autori, inoltre, riportano che la maggior parte degli organismi sono stati ritrovati a profondità comprese tra 500 – 800 metri.

Il gambero viola è maggiormente presente in questa porzione di mare. Infatti, il valore di biomassa medio generale per l'arco di tempo considerato, è stato di 4,23 kg/km², il secondo dopo la Sardegna. Il valori di biomassa maggiori sono stati trovati nel 1997 a profondità comprese tra 500 e 800 metri, con 10,71 kg/km². Anche questa specie, infatti, è caratterizzata da una maggiore presenza tra 500 ed 800 metri di profondità.

4.6.5.4.4 Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) e Scampo (*Nephrops norvegicus*)

Il gambero rosa (*P. longirostris*) e lo scampo (*N. norvegicus*) sono due importanti specie di interesse commerciale nel Mediterraneo.



P. longirostris è tipico dei sedimenti sabbiosi e fangosi, compresi principalmente a batimetrie tra i 150 ed i 400 metri di profondità nella parte alta della scarpata continentale. Presenta una marcata distribuzione taglia dipendente con gli individui più giovani che si ritrovano al limite della piana continentale.

N. norvegicus è invece tipico dei fondi fangosi, in cui scava delle tane a livello della piana continentale e nella parte superiore della scarpata. Questa specie passa gran parte del tempo nella propria tana.

Nello studio di Abellò et al. (2002), sono riportati i dati di abbondanza delle specie *N. norvegicus* e *P. longirostris* ottenuti durante le campagne MEDITS effettuate a livello dell'intero bacino del Mediterraneo. Tali campionamenti riguardano profondità comprese tra i 30 e gli 800 metri durante il periodo 1994 – 1999.

Lo scampo, lungo le coste calabresi ha mostrato di essere principalmente presente tra i 500 e gli 800 metri di profondità, mentre era scarsamente presente tra i 200 ed 500 metri di profondità e totalmente assente sopra queste batimetrie. Comunque, anche alle profondità in cui era presente maggiormente, la sua abbondanza non era elevata nella zona considerata, con al massimo 127 individui per chilometro quadrato trovati nel 1994 (mentre nel 1999 erano solo 36 gli individui per chilometro quadrato). Anche l'indice di biomassa ha mostrato risultati analoghi con il massimo trovato nel 1994 (8,4 kg/km²).

Il gambero rosa, invece, è stato prevalentemente ritrovato a profondità comprese tra i 100 ed i 500 metri, con i valori maggiori alle batimetrie comprese tra i 200 ed i 500 metri. Oltre tali profondità (500 – 800 metri) la loro presenza subisce un deciso decremento. I valori d'abbondanza maggiori sono stati trovati nel 1997 tra i 200 ed i 500 metri di profondità, con 9225 individui per chilometro quadrato. L'indice di biomassa è congruente con quello dell'abbondanza, infatti i valori maggiori sono stati riscontrati alle profondità comprese tra i 200 ed i 500 metri, seguite da quelle comprese tra i 100 ed i 200 metri. Il valore di biomassa maggiore è stato trovato nel 1998 (200 – 500 metri di profondità) con un valore di 54,9 kg/km².



5 ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI

Il capitolo in oggetto mira a riconoscere i potenziali impatti che potrebbero manifestarsi sulle componenti ambientali in seguito all'acquisizione dei dati geofisici in mare.

Oltre a svolgere uno studio dettagliato sulla loro eventuale presenza, si vuole procedere ad un'attenta valutazione di ognuno, per ottenere una stima singola e nell'insieme (totale) dei loro possibili effetti prima, durante e dopo la campagna geofisica in progetto.

Quest'ultima verrà condotta mediante l'uso di *air-gun*, una strumentazione che necessita di essere montata sulla nave di acquisizione, la quale percorrerà l'intera area in istanza seguendo un tracciato prestabilito in un periodo di tempo stimato essere di 2,5 giorni per l'acquisizione 2D; gli impatti sono stati valutati anche per una eventuale campagna 3D, che, nel caso peggiorativo che vede il rilievo 3D esteso su tutta la superficie del permesso di ricerca, prevede una durata di circa 31,5 giorni. Al termine del rilievo si lascerà la zona in oggetto completamente libera.

L'attività non prevede la costruzione di alcuna opera o edificazione, né a mare né a terra, ma si limiterà all'occupazione fisica dello specchio d'acqua da parte della nave e delle barche d'appoggio, che terminerà al cessare delle operazioni.

Si ricorda che il progetto in oggetto risulta essere conforme a quanto prescritto dai vincoli normativi vigenti al momento della stesura di questo studio ambientale.

Al fine di eseguire la stima degli impatti potenziali, in questo capitolo si procederà per fasi, quali:

- Scomposizione dell'attività proposta, così da permettere una chiara identificazione delle varie azioni di progetto e quindi riuscire a definire quale di esse mostra maggiori criticità rispetto ad altre;
- Individuazione dei fattori di perturbazione di ogni azione di progetto, in modo da evidenziare le componenti ambientali interessate;
- Utilizzo del metodo delle matrici di valutazione quantitative per la stima dei potenziali impatti individuati, attraverso l'uso di specifici criteri.

Si otterrà in questo modo un dettagliato studio su ogni componente ambientale sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, attraverso quindi l'individuazione e la corrispondente descrizione degli impatti ad essa associati e all'elaborazione della relativa matrice bidimensionale.

5.1 Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti e componenti ambientali interessate

Nel seguente capitolo verrà considerata unicamente la fase operativa di acquisizione dei dati geofisici in mare mediante l'uso dell'apposita strumentazione, in quanto è la sola attività che potrebbe determinare un impatto sull'ambiente.

Le altre attività di cui è composto il progetto verranno interamente svolte presso gli uffici di Global MED e nessuna di esse prevede l'esecuzione di qualche azione che possa produrre qualsiasi tipo di impatto ambientale nell'area in istanza.

Di seguito si identificheranno e analizzeranno le azioni di progetto potenzialmente impattanti e le componenti ambientali interessate riferite, si ricorda, solamente alla fase di acquisizione dei dati di sottosuolo.

5.1.1 Azioni di progetto

Le azioni di progetto in cui è possibile scomporre la fase di acquisizione dei dati geofisici sono tre e saranno eseguite mediante una nave di prospezione che percorrerà l'intera area in oggetto, secondo un percorso prestabilito, assieme ad una o ad altre due imbarcazioni di supporto. Nel dettaglio le azioni di progetto sono:

- movimentazione dei mezzi impiegati per la campagna di acquisizione, che consiste nella mobilitazione e smobilitazione della nave di acquisizione e dei mezzi navali di supporto per/da l'area oggetto di studio. I viaggi dei mezzi navali potranno avvenire per il trasporto di attrezzature, personale, approvvigionamenti e scarico rifiuti da/per il porto di riferimento. Questa azione comprende l'uso e la movimentazione dei mezzi navali impiegati in tutte le fasi dell'acquisizione;
- stendimento e successiva rimozione a mare dei cavi streamers e delle sorgenti air-gun: questa azione comprende le operazioni strettamente legate allo stendimento degli streamers ed il posizionamento in acqua degli air-gun;
- energizzazione e registrazione: l'azione comprende il rilascio di aria compressa nello strato marino superficiale, necessaria per l'acquisizione dei dati geofisici.

5.1.2 Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto

Per ciascuna delle azioni di progetto previste per lo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica, sono stati analizzati una serie di fattori di perturbazione che rappresentano le possibili interferenze con le componenti ambientali dell'area oggetto di indagine.

I principali fattori di perturbazioni individuati per le azioni di progetto sono riportati nella tabella seguente:

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione
Movimentazione dei mezzi	<ul style="list-style-type: none"> • Emissioni in atmosfera causate dalla combustione dei motori; • Emissioni sonore nell'ambiente marino dovuto al movimento delle eliche dei mezzi; • Scarichi di reflui a mare, dovuti alla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo; • Illuminazione notturna; • Occupazione dello specchio d'acqua legata alla presenza fisica delle navi.
Stendimento/rimozione streamers ed air-gun	<ul style="list-style-type: none"> • Occupazione dello specchio d'acqua; • Illuminazione notturna.
Energizzazione e registrazione	<ul style="list-style-type: none"> • Emissioni sonore nell'ambiente marino dovute al rilascio di aria compressa nello strato marino superficiale.

Tabella 5.1 - Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto previste per l'attività di acquisizione geofisica

Relativamente alla voce "scarichi di reflui a mare" si precisa che i rifiuti organici prodotti dalle navi impiegate verranno opportunamente trattati secondo la convenzione Marpol 73/78. L'attività di acquisizione geofisica in mare non produce rifiuti e quelli presenti saranno esclusivamente quelli derivanti dall'equipaggio a bordo che verranno raccolti separatamente e trasportati a terra per il recupero/smaltimento in idonei impianti autorizzati. Per questo motivo in Tabella 5.1 non compaiono e i fattori di perturbazione legati alla loro gestione risultano essere quelli già previsti per la movimentazione dei mezzi di supporto all'acquisizione.

5.1.3 Componenti ambientali interessate

Le componenti ambientali nonché i “ricettori di impatto”, cioè tutti quegli elementi del sistema ambientale che potrebbero subire delle modificazioni da parte delle attività in progetto, sono state suddivise in cinque categorie: atmosfera, ambiente idrico, biodiversità ed ecosistemi, contesto socio-economico e paesaggio.

Con lo scopo di specificare il livello in cui le diverse attività del progetto agiscono, sono state introdotte le sub-componenti, nonché delle scomposizioni delle singole componenti ambientali, atte ad essere relazionate ai fattori di perturbazione eventualmente indotti.

In modo schematico, nella tabella seguente sono evidenziate le componenti ambientali con le relative sub-componenti e il diversi fattori di perturbazione coinvolti durante la fase di acquisizione dei dati geofisici in mare.

Componente ambientale	Sub-componente	Fattori di perturbazione
Atmosfera	Qualità dell'aria	Emissioni in atmosfera causate dalla combustione dei motori dei mezzi impiegati per l'acquisizione geofisica
	Rumore	Effetti causati dalle emissioni sonore percepibili nell'intorno della nave di acquisizione, prendendo in considerazione i potenziali ricettori sensibili
Ambiente idrico	Rumore	Effetti sulla colonna d'acqua relativi alle emissioni sonore generate dal movimento delle eliche dei mezzi impiegati e dall'attività di energizzazione tramite <i>air-gun</i> , con particolare attenzione ai possibili effetti su ricettori sensibili
	Caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque	Potenziali variazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque nell'intorno dell'area oggetto di studio, derivanti da scarichi di reflui a mare, dovuti alla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo delle navi
Biodiversità ed ecosistemi	Flora	Eventuali effetti sulla flora presente nell'intorno dell'area oggetto di studio, con particolare attenzione a specie tutelate, generati da scarichi di reflui a mare, dovuti alla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo delle imbarcazioni
	Fauna	Potenziale effetto sulla fauna eventualmente presente, con particolare attenzione ai mammiferi marini ed a specie tutelate, derivante da emissioni sonore ed illuminazione notturna
	Qualità degli ecosistemi	Potenziale effetto sulla qualità degli ecosistemi, con particolare riferimento a quelli presenti in aree naturali protette
Contesto socio-economico	Pesca	Interferenze con l'attività di pesca che interessa l'area oggetto di studio, legate all'occupazione dello specchio d'acqua ed all'energizzazione
	Traffico marittimo	Potenziali interferenze sul traffico marittimo dell'area interessata dalle operazioni, dovute all'occupazione dello specchio d'acqua
	Turismo	Potenziali interferenze sul turismo costiero
Paesaggio	Aspetto del paesaggio	Possibili alterazioni del paesaggio marino connesse alla presenza dei mezzi navali impiegati

Tabella 5.2 - Componenti ambientali coinvolte dalle attività in progetto

Ulteriori componenti ambientali sono state prese in considerazione per l'elaborazione della Tabella 5.2 ma, non risultando coinvolte in questo progetto, verranno esplicitate di seguito. Le componenti ambientali in oggetto riguardano:



- Suolo e sottosuolo;
- Salute pubblica.

Relativamente alla prima componente ambientale, ossia il suolo e sottosuolo, si è ritenuto di escludere a priori l'eventuale interazione con il fondale marino visto che la profondità massima raggiunta dalla strumentazione utile ai fini del progetto interessa le prime decine di metri. La batimetria dell'area è tale per cui l'attività prevista non andrà a determinare modifiche alla morfologia del fondale marino e neanche ad alterare le caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti marini.

Nemmeno l'eventuale ancoraggio delle navi è previsto nella fase di acquisizione dei dati geofisici. La strumentazione tecnica infatti necessita di essere sempre in continuo movimento durante tutta la fase di acquisizione perciò solamente nel momento del rientro in porto la nave geofisica verrà ancorata.

Risulta ragionevole escludere con certezza anche l'eventuale interazione indiretta con il sottosuolo, quale può essere la sismicità indotta. A tal proposito, la comunità scientifica concorda nell'affermare che questo genere di attività di rilievo geofisico non possa rappresentare in nessun modo la causa scatenante di attività sismiche di alcun tipo.

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia afferma che *“Alcune attività antropiche quale ad esempio lo sfruttamento di giacimenti sotterranei o la realizzazione di imponenti opere ingegneristiche quali la costruzione di dighe possono causare un'attività geofisica, in genere poco intensa, indotta dall'uomo. [...] Al contrario, le esplosioni nucleari sotterranee non sembrano poter causare terremoti indotti rilevanti. L'energia che viene generata durante l'esplosione si dissipa molto velocemente sulla superficie terrestre. I terremoti non possono essere evitati. Essi sono l'espressione dei processi tettonici che avvengono nel nostro pianeta e che non sono comparabili con la vita dell'uomo né su scala temporale né riguardo alle forze che mettono in gioco.”* (www.ingv.it/ufficio-stampa/faq/terremoti/si-possono-causare-i-terremoti-si-possono-evitare). Partendo dal presupposto che un'esplosione nucleare sotterranea non è in grado di causare terremoti, è facilmente intuibile che l'idea per cui l'attività di prospezione geofisica possa in qualche modo generare eventi tellurici risulti del tutto infondata e improponibile, in considerazione dell'energia infinitamente minore utilizzata nell'indagine.

Ponendo l'attenzione sulla salute pubblica invece, non emerge alcun rischio per la popolazione, infatti la stessa non sarà esposta ad alcun tipo di interferenza in grado di determinare effetti sulla salute umana. L'attività di progetto non prevede alcuna emissione di radiazioni ionizzanti e/o non ionizzanti, né l'impiego di materiali e/o fluidi potenzialmente nocivi. Solamente l'equipaggio della nave di acquisizione geofisica potrebbe eventualmente risentire di possibili effetti generati dall'attività. Tuttavia, il rischio di potenziali impatti sulla salute dei lavoratori è annullato attraverso l'utilizzo obbligatorio degli appropriati dispositivi di sicurezza individuale (DPI) e la messa in opera di ogni pratica in conformità con i più alti standard in materia di sicurezza e salute e con quanto previsto dalla legislazione vigente in materia.

5.2 Identificazione degli impatti ambientali

Gli impatti possono essere definiti come qualunque tipo di cambiamento, reale o percepito, negativo o benefico, derivante in tutto o in parte dallo svolgimento dell'attività umana.

Essi possono essere di diverso tipo, infatti sono di tipo diretto quando derivano da un'interazione diretta tra l'attività in progetto e le componenti ambientali interessate. Nel momento in cui si verificano dopo interazioni dell'impatto diretto su altre componenti collegate ad esso, invece, vengono definiti di tipo indiretto. Quelli cumulativi invece agiscono insieme ad altri e nella fattispecie comprendono quelli di future attività concomitanti o programmate da terze parti che influenzano le stesse componenti ambientali.

5.2.1 Interazioni tra azioni di progetto e componenti ambientali

In seguito all'identificazione delle azioni del progetto potenzialmente impattanti ed alla definizione delle componenti ambientali è stato possibile determinare il tipo di interazioni prodotte durante la campagna di acquisizione geofisica. Queste vengono rappresentate nella Tabella 5.3, con le lettere "D" e "I" indicanti la natura degli impatti, rispettivamente di tipo diretto ed indiretto.

Azioni di progetto	Fattori di perturbazione	Componenti ambientali interessate				
		Atmosfera	Ambiente idrico	Biodiversità ed ecosistemi	Contesto socio-economico	Paesaggio
Movimentazione mezzi	Occupazione dello specchio d'acqua			D	D	D
	Emissioni in atmosfera	D		I		
	Scarichi in mare		D	I		
	Emissioni sonore		D	D		
	Illuminazione notturna			D		
Stendimento/rimozione streamers ed air-gun	Occupazione dello specchio d'acqua			D	D	
	Illuminazione notturna			D		
Energizzazione	Occupazione dello specchio d'acqua			D	D	
	Emissioni sonore		D	D	I	

Tabella 5.3 – Interazione tra le azioni di progetto e le componenti ambientali

5.3 Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto

Al fine di valutare gli impatti ambientali indotti dalle attività di progetto si è ricorsi al metodo delle matrici di valutazione quantitative, che consiste nell'utilizzo di tabelle bidimensionali.

La rappresentazione bidimensionale delle relazioni causa-effetto tra le attività di progetto ed i fattori ambientali permette un'immediata comprensione visiva delle valutazioni degli impatti ambientali, data dall'apposita presenza di celle indicative del livello di significatività dell'impatto stesso.

La tabella in oggetto si ottiene inserendo la lista delle attività di progetto previste per la realizzazione dell'opera, che viene messa in relazione con una lista di componenti ambientali per identificare le potenziali aree di impatto. Per ogni intersezione tra gli elementi delle due liste è possibile dare una valutazione del relativo effetto assegnando un valore in base alla scala scelta e giustificata nella Tabella 5.4.

Sono state individuate ed analizzate anche ulteriori componenti, utili ai fini della quantificazione dell'importanza di ogni impatto prodotto dall'operazione in oggetto, che sono:

1. La scala temporale, legata alla durata dell'attività impattante (impatto temporaneo, a breve termine, a lungo termine, permanente);
2. La scala spaziale dell'impatto, ossia l'area massima di estensione in cui l'azione che crea l'impatto ha un'influenza sull'ambiente (impatto locale, regionale, nazionale, trans-frontaliero);
3. La sensibilità, ossia la capacità di recupero e/o l'importanza del ricettore/risorsa che viene influenzato. I ricettori sono rappresentati da sistemi, o elementi di un sistema naturale o antropico, che sono potenzialmente esposti agli impatti generati da una determinata sorgente di pressioni ambientali, i quali possono essere più o meno sensibili. Ciò deriva dalla propensione del ricettore a subire gli effetti negativi determinati dall'impatto, in relazione alla sua capacità (o incapacità) di fronteggiare alla specifica pressione ambientale;
4. Il numero di elementi che potrebbero essere interessati dall'impatto (individui, famiglie, imprese, specie e habitat): ciò ne determina il valore sociale, economico, ambientale e culturale;
5. Reversibilità, per valutare se l'impatto causerà alterazioni più o meno permanenti allo stato ambientale. Questa componente è legata alla resilienza del ricettore, ossia la capacità di ripristinare le sue caratteristiche originarie dopo aver subito l'impatto generato da una pressione di una determinata tipologia ed entità;
6. Mitigabilità dell'impatto, ossia la possibilità di moderare gli impatti anche in maniera parziale attraverso misure preventive oppure interventi di compensazione.

Ad ogni componente di impatto è stato assegnato un punteggio variabile da 1 a 4, a seconda delle condizioni specifiche associate alla stessa (Tabella 5.4).

Componente	Valore	Criteri di valutazione
Durata temporale	1	Meno di un anno/temporaneo
	2	Tra 1-5 anni
	3	Tra 5 e 10 anni
	4	Oltre 10 anni
Scala spaziale	1	Scala locale: gli impatti sono limitati al sito in cui verranno svolte le attività ed il suo immediato intorno
	2	Scala regionale: interferenza mediamente estesa oltre all'area di studio
	3	Scala nazionale: intero paese
	4	Scala internazionale: impatti transfrontalieri
Sensibilità	1	Bassa sensibilità dei recettori o risorse interessati, i quali sono in grado di recuperare o adattarsi al cambiamento
	2	Media sensibilità dei recettori o risorse interessati, in grado di adattarsi, ma con una certa difficoltà
	3	Alta sensibilità dei recettori o risorse interessati, poco capaci di adattarsi ai cambiamenti
	4	Estrema sensibilità dei recettori o risorse interessati, sui quali gli interventi possono causare effetti permanenti
N. di individui interessati	1	Impatti riguardanti un piccolo numero di individui, famiglie, singole imprese e/o numero di specie
	2	Effetti su un discreto numero di individui, comunità e/o specie e habitat

	3	Colpisce grandi quantità di individui, famiglie, medie/grandi imprese e/o habitat ed ecosistemi
	4	Colpisce grandi quantità di individui, famiglie, grandi imprese e/o strutture funzionali di habitat ed ecosistemi
Reversibilità	1	Impatto totalmente reversibile
	2	Impatto parzialmente reversibile
	3	Impatto reversibile in funzione dell'attuazione di alcune pratiche di compensazione
	4	Impatto irreversibile
Mitigabilità	1	Presenza di misure di mitigazione associate a misure di compensazione
	2	Presenza di misure di mitigazione in grado di prevenire e/o ridurre l'impatto
	3	Presenza di sole misure di compensazione in grado di riqualificare o reintegrare l'ambiente compromesso
	4	Assenza o impossibilità di effettuare misure atte a mitigare o compensare l'impatto

Tabella 5.4 - Criteri di valutazione dei punteggi assegnati alle varie componenti di impatto

La somma dei singoli valori ottenuti per ciascuna componente di impatto determina la significatività dell'impatto stesso sulle componenti ambientali in esame, il quale può essere classificato come riportato in Tabella 5.5. Come si evince da quest'ultima, la significatività dell'impatto viene suddivisa in cinque livelli, rispecchianti l'entità dello stesso, quindi da trascurabile ad estremo, ovviamente in base al punteggio totale ottenuto.

Valore	Livello	Significatività dell'impatto ambientale
6	Trascurabile	Impatto di minima entità, del tutto trascurabile in quanto temporaneo, localizzato, totalmente reversibile e mitigabile
7-11	Basso	Impatto di lieve entità, i cui effetti sono reversibili e/o opportunamente mitigati
12-17	Medio	Impatto di media entità i cui effetti non incidono in modo significativo sull'ambiente, risultando parzialmente reversibili e/o compensabili
18-23	Alto	Impatto di alta entità che interferisce significativamente con l'ambiente, anche se non in modo definitivo
24	Estremo	Impatto che incide in modo significativo sull'ambiente, avendo effetti irreversibili e con impossibilità di effettuare mitigazioni o compensazioni

Tabella 5.5 - Livelli di significatività dell'impatto

5.4 Analisi e stima degli impatti sulle diverse componenti ambientali

Nel seguente capitolo verrà applicato il metodo delle matrici appena descritto, con lo scopo di ottenere una valutazione relativa ad ogni potenziale impatto che potrebbe interagire con le componenti ambientali. Inoltre, ogni singolo impatto verrà descritto e analizzato in modo dettagliato.

Essenziale risulta essere quindi il capitolo in questione al fine di questo Studio di Impatto Ambientale, in quanto le matrici quantitative che si otterranno serviranno a chiarire in modo sintetico tutti gli effetti che si potrebbero manifestare in conseguenza all'attività di acquisizione geofisica.

5.4.1 Impatto sulla componente atmosfera

L'impatto sulla componente atmosfera che potrebbe derivare dalle emissioni generate durante la fase di acquisizione dei dati geofisici in mare sarà analizzato nei seguenti paragrafi.

5.4.1.1 Stima delle emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera che potrebbero avere effetti sulla qualità dell'aria, generate nel corso delle attività di acquisizione, sono legate essenzialmente allo scarico di gas dei motori e dei generatori utilizzati dalla nave sismica e dalle navi di supporto e da inseguimento. I principali gas inquinanti sono: biossido di carbonio, monossido di carbonio, ossidi di azoto, ossido di diazoto, metano e altri composti organici volatili. La quantità di emissioni in atmosfera dipende dal carburante consumato durante l'indagine geofisica.

Un'altra fonte di emissioni in atmosfera potrebbe essere rappresentata dalle emissioni dell'inceneritore di rifiuti presente a bordo della nave di acquisizione. L'uso dell'inceneritore sarà limitato e discontinuo ed unicamente destinato allo smaltimento di rifiuti oleosi (oli e lubrificanti) e rifiuti solidi e non inciderà in modo significativo sulla qualità dell'aria dell'area oggetto di indagine.

Il combustibile utilizzato dalle navi (Gasolio Marino MGO/MDO) avrà un tenore di zolfo inferiore allo 0.2% in peso e gli inquinanti più significativi che in genere sono emessi sono rappresentati da NO_x, SO₂, CO₂ e PM. Le variabili che vengono considerate per la valutazione delle emissioni sono:

- consumo di carburante;
- tipo di motore (caldaie a vapore, motori diesel ad alta, media o bassa velocità, turbine e così via ...);
- tipo di combustibile (MDO / MGO, e così via ..);
- fase di navigazione (crociera, manovra, stazionamento, carico e scarico, rimorchiaggio).

Di seguito si riporta la stima delle emissioni relative per la campagna di acquisizione 2D (Tabella 5.6) ed eventualmente acquisizione 3D (Tabella 5.7). Allo stato attuale non si conoscono le specifiche progettuali di un'eventuale acquisizione 3D, pertanto la stima delle emissioni è stata calcolata considerando l'estensione massima per l'area di ricerca.

Tipo di nave	Durata acquisizione	Tipo di carburante	Fattore di emissione (kton/Mton)	Consumi di carburante (ton)		Emissioni di CO ₂ (kton)	
				Giornaliere	Totali	Giornaliere	Totali
Nave sismica 2D	2,5 giorni	Gasolio marino	880	11-18	45	0,01-0,015	0,038
Nave da inseguimento	2,5 giorni	Gasolio marino	880	3,0	7,5	0,003	0,008

Tabella 5.6 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂

Tipo di nave	Durata acquisizione	Tipo di carburante	Fattore di emissione (kton/Mton)	Consumi di carburante (ton)		Emissioni di CO ₂ (kton)	
				Giornaliere	Totali	Giornaliere	Totali
Nave sismica 3D	31,5 giorni	Gasolio marino	870	25-44	1386	0,022-0,038	1,20
Nave da supporto	31,5 giorni	Gasolio marino	880	6.0	189	0,005	0,158
Nave da inseguimento	31,5 giorni	Gasolio marino	880	3.0	94.5	0,003	0,095

Tabella 5.7 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂

A bordo della nave sismica e di quelle di appoggio, saranno 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. Le emissioni in atmosfera sono di carattere temporaneo, strettamente legato alla durata delle operazioni che nel caso dei acquisizione 2D sarà di 2,5 giorni. Le emissioni per quanto riguarda la possibile campagna di acquisizione 3D sono state calcolate in base all'area massima di investigazione pertanto occuperanno un arco di tempo non superiore ai 31,5 giorni. Si riserva il fatto che la campagna di acquisizione 3D potrebbe concentrarsi solo in un settore dell'area riducendo di fatto il numero di giorni di acquisizione e, con esso, il consumo e le emissioni.

Gli impatti in atmosfera sulla qualità dell'aria legati dalle attività proposte per questa acquisizione sono da ritenersi trascurabili, considerato che non vi sono punti emissivi fissi e che l'unico impatto in atmosfera può derivare dalle emissioni prodotte dalla nave sismica e dalla nave di appoggio. Il numero esiguo di mezzi e le politiche di riduzione di impatto ambientale, fanno sì che le emissioni in atmosfera siano ridotte al minimo.

5.4.1.2 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

La campagna di acquisizione avrà una durata di pochi giorni, pertanto le eventuali emissioni in atmosfera sono da ritenere di carattere estremamente temporaneo, presenti limitatamente ai brevi intervalli di tempo appena comunicati. Il numero di imbarcazioni atte alla misurazione dei dati geofisici sarà ridotto ad un totale massimo di tre, comprendente la nave di acquisizione e due di appoggio, il che consente di escludere un'elevata alterazione della qualità dell'aria.

Si ricorda che a bordo delle imbarcazioni saranno regolarmente controllati i fumi di scarico per l'efficienza dei sistemi di combustione ed acquisite le dovute certificazioni di conformità in materia di emissione di inquinanti atmosferici.

Considerando perciò l'assenza di punti emissivi fissi, l'unico impatto in atmosfera deriva dalle emissioni prodotte dai singoli mezzi navali impiegati, del tutto assimilabile quindi alle emissioni delle imbarcazioni e pescherecci che normalmente transitano nell'area in istanza. L'impatto sulla componente ambientale atmosfera è da ritenersi pertanto estremamente basso.

Di seguito, utilizzando i criteri espressi al paragrafo "Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto", si riporta la matrice quantitativa riguardante le interazioni sulla componente atmosfera da parte dell'attività di acquisizione geofisica.



ALTERAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	2	2	2
Sensibilità	1	1	1
N. di individui interessati	1	1	1
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	1	1	1
Totale Impatto	7	7	7
Livello	Basso	Basso	Basso

La matrice evidenzia che l'impatto generato sulla componente atmosfera risulta essere di livello basso.

Si tratta di un impatto a breve termine, esteso ad un limitato intorno dell'area, che non agisce su ricettori sensibili, che è totalmente reversibile e suscettibile a mitigazione grazie alle modalità operative ed alle certificazioni dei mezzi impiegati.

5.4.2 Impatto sulla componente ambiente idrico

L'ambiente idrico può essere alterato dall'attività di acquisizione dei dati geofisici nell'area in istanza, in termini di variazione delle sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, principalmente dagli scarichi di reflui a mare derivanti dalla presenza dell'equipaggio a bordo.

Considerato che nelle navi impiegate per il progetto in oggetto i tipi di rifiuti risultano essere diversi, nei seguenti paragrafi verranno descritti con le annesse metodologie di smaltimento previste.

5.4.2.1 Rifiuti e scarichi previsti

Tutti i mezzi impiegati saranno conformi a quanto previsto dalla MARPOL (Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi) e le relative regole di protezione marina.

La regolamentazione per quanto riguarda il trattamento delle acque nere e di sentina vieta lo scarico diretto in mare. Lo scarico sarà effettuato solo tramite un adeguato trattamento conforme alla normativa vigente, attraverso processi di disinfezione eseguiti a bordo della nave. L'acqua di sentina sarà scaricata solo se la concentrazione dell'olio risulterà inferiore a 15 ppm dopo il trattamento.

Per quanto riguarda i rifiuti alimentari, questi saranno macerati (con dimensioni <25 millimetri) e scaricati in mare a una distanza superiore le 12 miglia marine dalla costa. Generalmente, rifiuti di questo tipo sono da considerarsi di basso impatto ambientale.

I rifiuti solidi non adatti allo scarico in mare saranno ordinati e conservati a bordo della nave a seconda della tipologia, prima di essere smaltiti a terra in appropriati impianti certificati.



Tra le tipologie di rifiuti solidi rientrano:

- rifiuti di carta, imballaggio, plastica e metallo ecc.;
- rifiuti alimentari non adatti per lo scarico;
- rifiuti pericolosi e di rifiuti speciali (oli, batterie, vernici, ecc.).

In caso le navi fossero provviste di inceneritore, alcuni rifiuti potrebbero essere smaltiti direttamente a bordo della nave. Tuttavia, l'uso dell'inceneritore sarà limitato e regolato dal piano di trattamento dei rifiuti della nave conforme alle normative vigenti in materia ambientale.

In base a precedenti campagne di acquisizione è possibile stimare una produzione di rifiuti giornaliera nell'ordine di 0.3 metri cubi.

5.4.2.2 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

A priori, si ricorda che i mezzi impiegati saranno conformi a quanto previsto dalla MARPOL (Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi) e le relative regole di protezione marina.

Si ricorda inoltre che l'eventuale scarico sarà successivo al processo di trattamento, così come prevede la normativa vigente. L'immissione degli scarichi in mare sarà dunque trattata, circoscritta e di carattere temporaneo.

Ne deriva che il fattore di interazione con la componente idrica è di scarsa entità, in quanto la capacità di diluizione dell'ambiente circostante e l'altezza della colonna d'acqua (1000-1800 metri) nell'area in istanza, sono elevate.

L'ubicazione in mare aperto a notevole distanza dalla costa e la durata limitata della campagna geofisica rendono l'impatto estremamente basso e del tutto trascurabile. Si ritiene altresì di escludere ricadute critiche in mare tali da alterare la qualità delle acque, visto l'esiguo numero di mezzi utilizzati nell'attività in progetto.

In base alle considerazioni fin qui effettuate, e utilizzando i criteri espressi al paragrafo "Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto", si riporta la matrice quantitativa riguardante le interazioni sulla componente idrica da parte dell'attività di acquisizione geofisica.

ALTERAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ACQUA			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	1	1	1
Sensibilità	1	1	1
N. di individui interessati	1	1	1
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	1	1	1
Totale Impatto	6	6	6
Livello	Trascurabile	Trascurabile	Trascurabile



Dalla matrice si evince che l'impatto generato sulla componente ambiente idrico risulta essere di minima entità per ogni fase dell'acquisizione geofisica. Si tratta di un impatto a breve termine, esteso ad un limitato intorno dell'area, totalmente reversibile e mitigabile, grazie alle modalità operative ed alle certificazioni dei mezzi impiegati.

5.4.3 Impatto sulla componente clima acustico marino

Con lo scopo di analizzare gli eventuali impatti sulla componente del clima acustico in ambiente marino sono state effettuate diverse considerazioni focalizzate sulle sorgenti di rumore acustico marino e sulla modellizzazione delle loro emissioni.

Il suono, nell'ambiente marino, è una forma di energia meccanica che consiste di successive fasi di compressione e rarefazione di molecole in un mezzo liquido. Esso è una vibrazione che causa delle variazioni di pressione all'interno del mezzo che attraversa. Il risultato non è quindi la movimentazione di materia ma di energia all'interno dello stesso, che nel caso delle onde sonore è parallela alla direzione di propagazione dell'onda.

Il rumore acustico nell'ambiente marino secondo la pubblicazione "*Ocean Noise and Marine Mammals*" del Consiglio Nazionale delle Ricerche Americane del 2003 è stato definito essere il "rumore associato con il fondo acustico emanato da una miriade di sorgenti non identificabili". E' dovuto quindi ad un insieme di sorgenti non identificabili, dove nessuna delle stesse domina sul campo acustico ricevuto.

Le sorgenti di rumore acustico sottomarino possono avere un carattere impulsivo o continuo. Il rumore impulsivo è un suono di breve durata che può ripetersi o meno nel tempo, il rumore continuo invece persiste nel tempo. Un esempio di quest'ultimo sono i motori delle navi (propulsione), le attività industriali e di costruzione, il traffico navale, la rottura dei ghiacci, il moto ondoso generato dal vento sulla superficie del mare, lo spostamento di sedimenti sul fondo oceanico, la pioggia e le vocalizzazioni di mammiferi marini. I rumori di tipo impulsivo sono invece i terremoti, i microsismi, le sorgenti di rilevamento sismico, i sonar militari e civili, i sistemi di misurazione per l'oceanografia, gli strumenti per la pesca d'altura e il moto dei pesci.

Indicativamente il rumore del traffico marittimo che, come ovvio, non è uniformemente distribuito in tutti i mari, si aggira attorno alle basse frequenze, tra i 5 e i 500 Hertz prevalentemente vicino la costa. Questo rappresenta la maggior fonte di rumore nel mondo oceanico.

In Figura 5.1 sono disegnate le curve di Wenz, le quali risultano da uno studio condotto negli anni '60 (Wenz, 1962), tuttoggi valido come punto di riferimento per il rumore acustico ambientale dei sistemi marini.

I suoni emessi durante le indagini geofisiche, generalmente caratterizzati da alta intensità e basse frequenze, vengono diretti verso la crosta terrestre e da questa, a loro volta, riflessi per poter così fornire una conoscenza dei vari assetti geologici che caratterizzano l'area indagata. Il suono riflesso viene processato per ottenere informazioni riguardo alla struttura e alla composizione delle formazioni geologiche, e per individuare potenziali riserve di idrocarburi.

Gli *array* di *air-gun* sono configurati in modo da proiettare la maggior parte dell'energia verticalmente in direzione del fondale marino, minimizzando l'emissione lungo la componente orizzontale e, di conseguenza, le interferenze con l'ambiente circostante. Uno studio di Caldwell e Dragoset (2000) rileva che la pressione sonora emessa lateralmente da un *array* è circa 20 dB più bassa rispetto a quella emessa verticalmente. Ciò significa che l'impatto acustico emesso da un *array* sarà attenuato lateralmente di oltre 3 volte rispetto a quello presente lungo l'asse verticale.

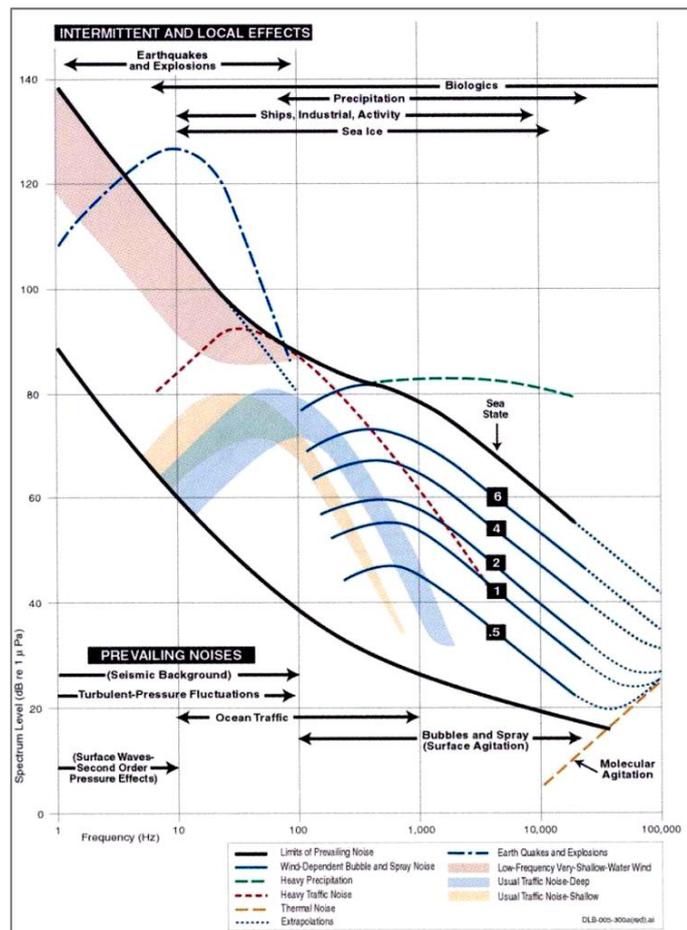


Figura 5.1 - Curve di Wenz: l'asse verticale mostra i valori dei livelli sonori (dB re 1 μ Pa), mentre quello orizzontale le frequenze (fonte: Wenz, 1962)

5.4.3.1 Modellizzazione delle emissioni acustiche

Allo stato attuale non è possibile riportare in via del tutto definitiva le caratteristiche degli *air-gun* che verranno utilizzati, a causa del fatto che esse sono tuttora da definirsi da parte del contrattista che si occuperà del rilievo geofisico. Si è deciso, pertanto, di procedere con una modellazione del segnale acustico atteso utilizzando i parametri operativi secondo la "configurazione array 3" (illustrata nel Capitolo 3) ricavata da dati bibliografici, precisando che, seppur indicativa, non si discosterà molto da quella usata durante la campagna di acquisizione sismica.

É opportuno precisare che, prima dell'inizio dei lavori esecutivi, le autorità competenti verranno informate della configurazione finale e verrà elaborato un modello analogo al fine di valutare la propagazione delle onde acustiche specifica per i parametri operativi previsti.

Solitamente il picco massimo di energia da ogni elemento sorgente non si allinea nella sua posizione vicino alla sorgente di energia (*near field*) poiché essa non è più rappresentata da un punto ma è distribuita lungo il gruppo di sorgenti (*array*) e nello spazio/tempo. Pertanto, il livello di pressione emesso vicino alla sorgente è inferiore rispetto a quello calcolato nel campo lontano.

La Figura 5.2 mostra i due centri dell'*array* di *air-gun*, definiti come il centro geometrico e il centro di pressione. Nello specifico, il centro geometrico rappresenta il punto dove si concentrano i valori più grandi e più piccoli di x e y degli *air-gun* attivi. Il centro di pressione è calcolato in base a ciascuna posizione degli *air-gun* attivi, ponderata secondo il loro contributo al picco di pressione complessivo.

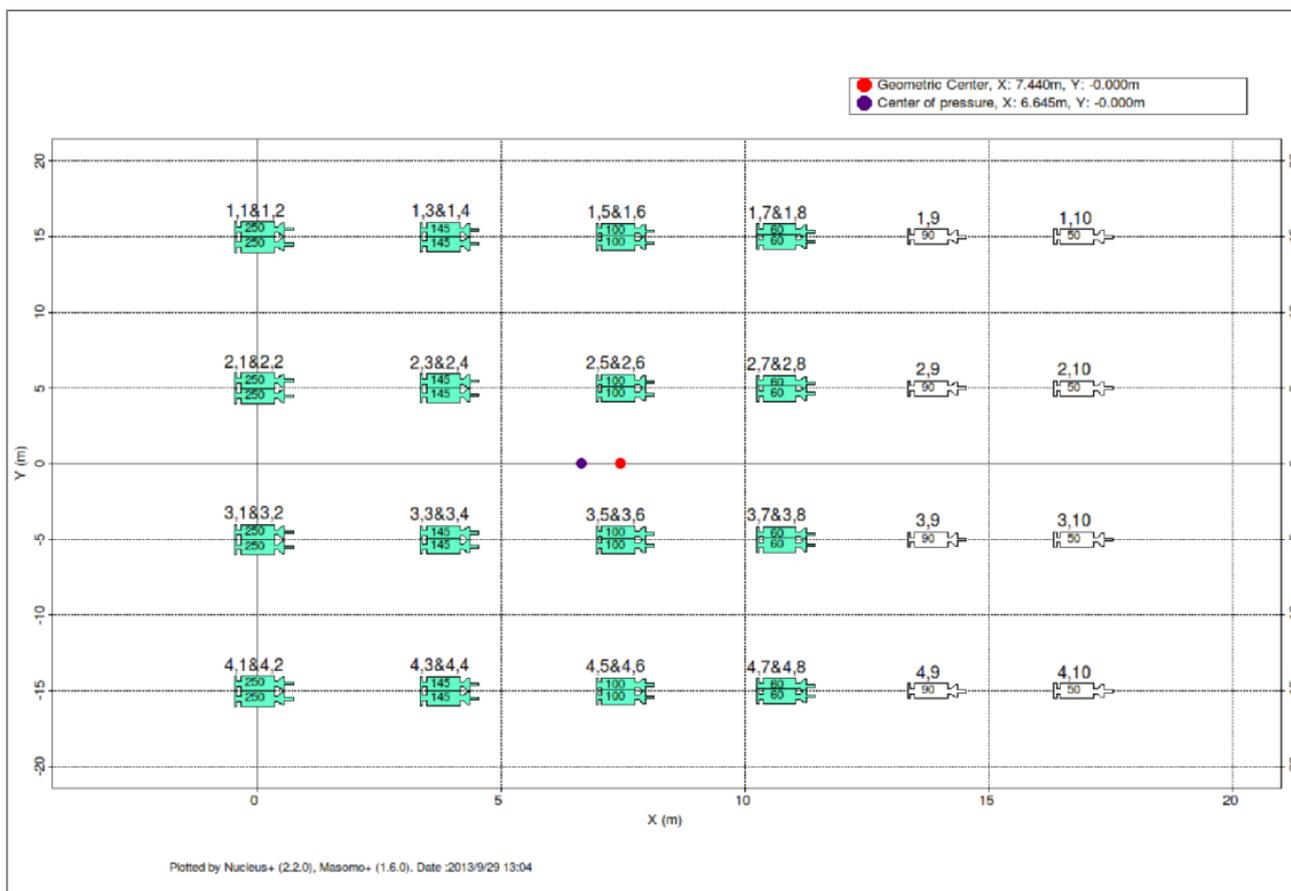


Figura 5.2 – Rappresentazione grafica dei centri dell'array di air-gun, in pianta. Il cerchio rosso rappresenta il centro geometrico dell'array, mentre il cerchio viola indica il centro di pressione

La direzione preferenziale verso la quale viene emessa la maggiore quantità di energia dell'array di air-gun, risulta parallela al movimento della nave (Figura 5.3). È possibile osservare come i valori più alti si concentrino in un'area di forma ellissoidale, allungata secondo la direzione del movimento della nave.

Il modello matematico è in grado di rappresentare l'emissione di energia nelle due componenti ortogonali, la componente lungo la direzione parallela a quella del movimento della nave (Figura 5.4), e quella lungo la direzione perpendicolare all'asse della nave (Figura 5.5).

Osservando la sezione parallela al movimento della nave si può notare come il cono di energia emesso per un array di air-gun concentri i valori più alti di energia in un angolo compreso tra i $+30^\circ$ e -30° rispetto la verticale. Se si osserva la sezione perpendicolare al movimento della nave, il cono di energia emesso concentra i valori più alti in una fascia decisamente più ristretta, compresa tra $+20^\circ$ e -20° rispetto alla verticale. Questo tipo di configurazione suggerisce una direzione preferenziale del cono energetico orientato lungo la direzione di movimento della nave, che si disperde lateralmente per angoli maggiori di quelli sopra menzionati.

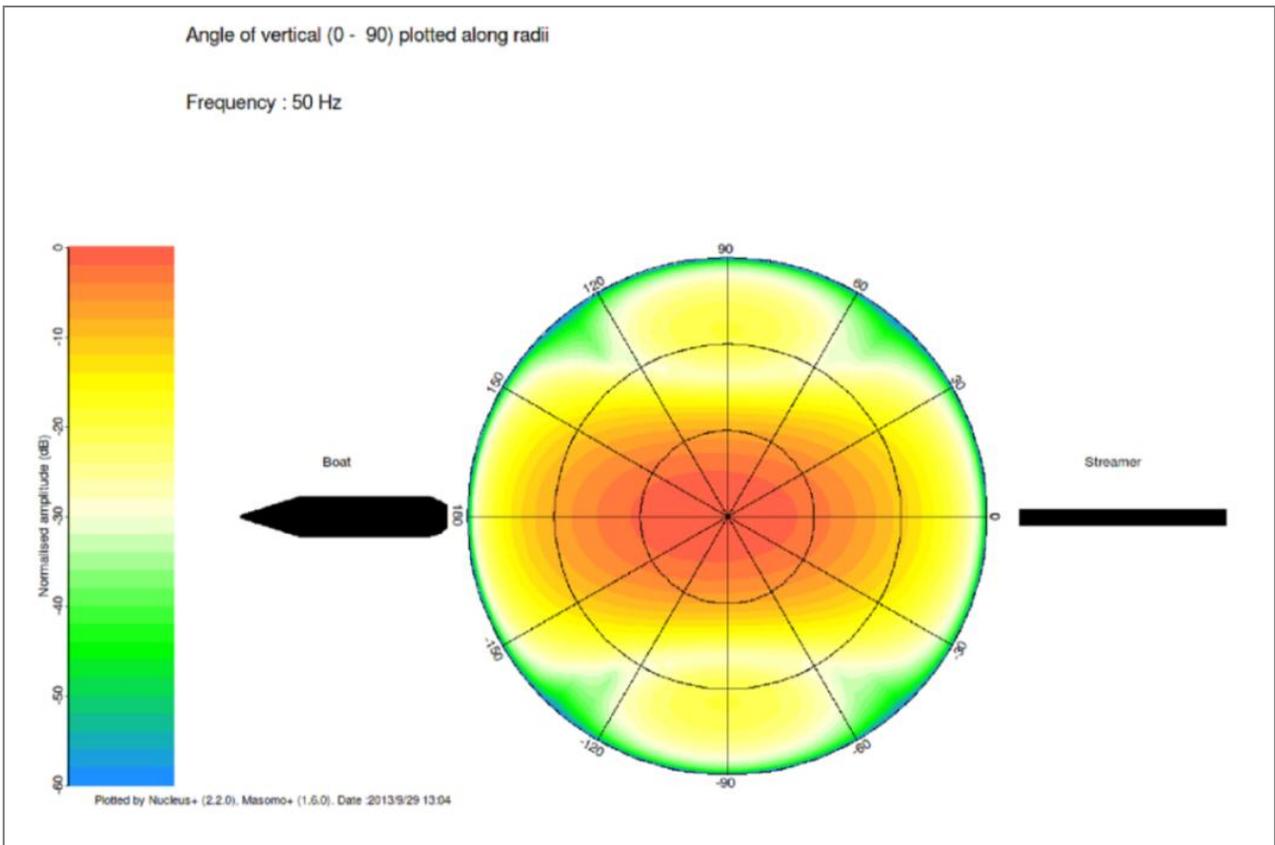


Figura 5.3 – Modello in pianta raffigurante l'emissione di energia in un raggio di 360° intorno ad un array di air-gun, secondo la configurazione array 3. In nero è indicata la direzione di movimento della nave

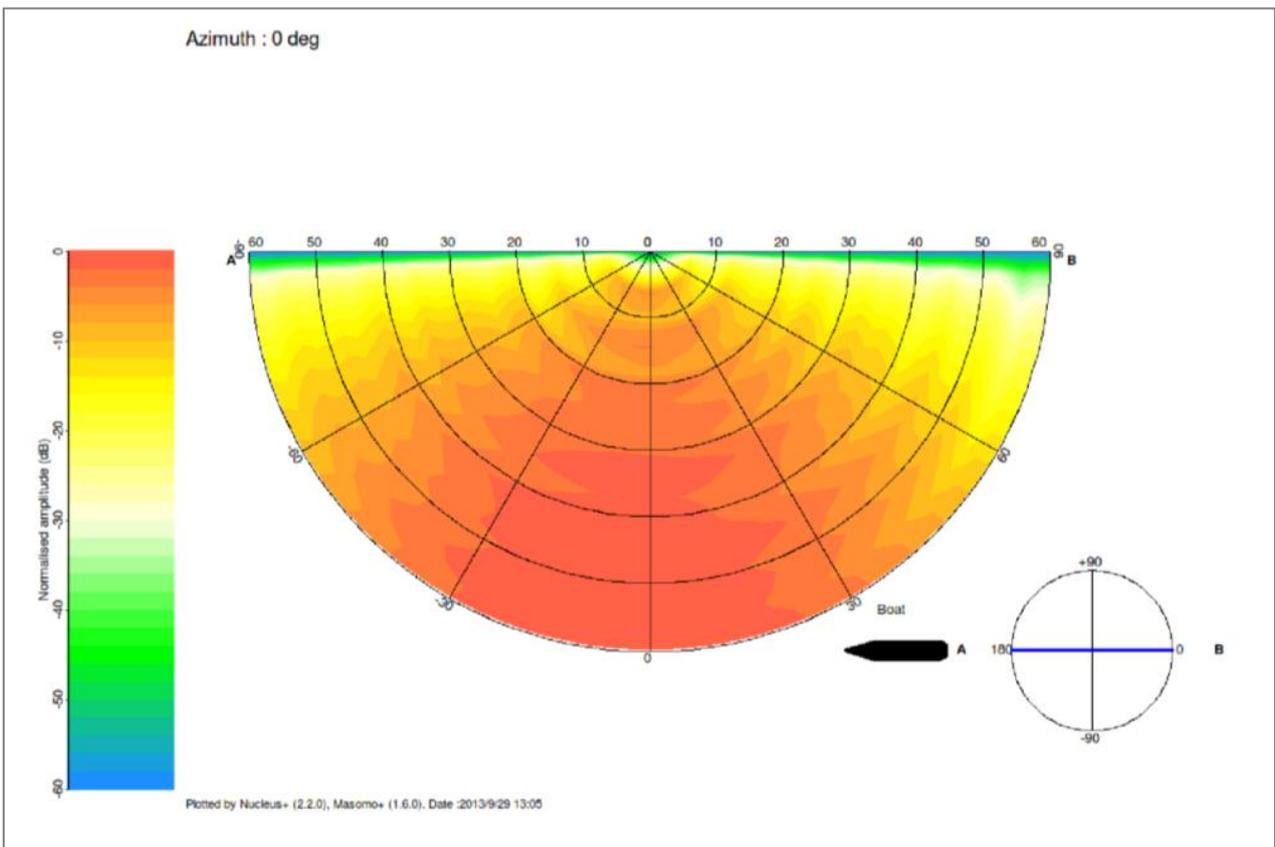


Figura 5.4 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione parallela al moto della nave sismica, per un array di air-gun in configurazione tipo 3 (in sezione)

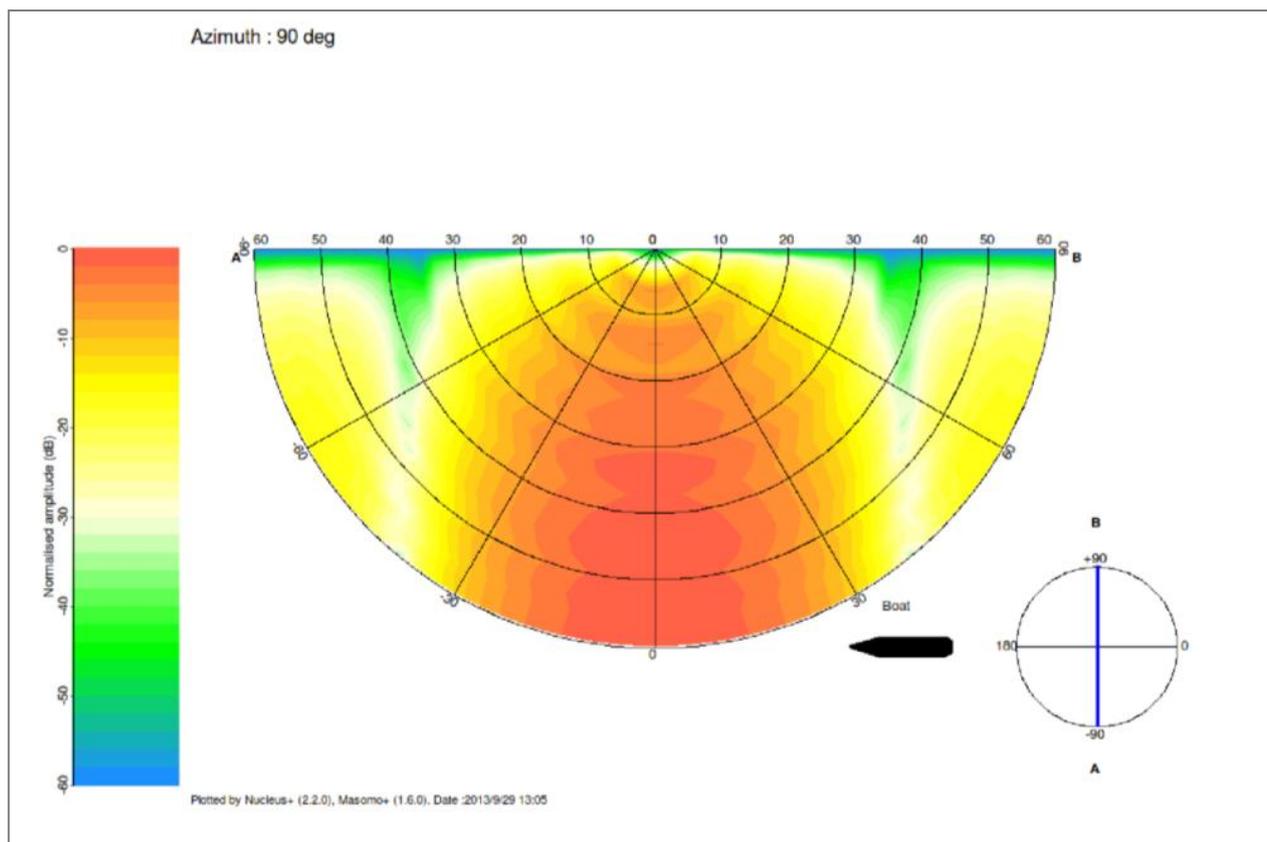


Figura 5.5 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione perpendicolare a quella della nave di acquisizione, per un array di air-gun in configurazione tipo 3 (in sezione)

5.4.3.2 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

La componente del clima acustico marino risulta essere influenzata dai rumori prodotti dai motori dai mezzi utilizzati, ma soprattutto dalla sorgente di onde acustiche previste durante la fase di energizzazione.

Il rumore prodotto dai motori delle navi coinvolte rientra nel *range* di quello presente normalmente nell'area, sia in termini di frequenza del suono che di numero di mezzi. Infatti, si tiene a sottolineare che, come precedentemente descritto, il traffico marittimo rappresenta la principale fonte di rumore nel mondo oceanico, per cui il numero di tre imbarcazioni per un periodo di tempo ristretto, in un'area di inferiore ai 750 chilometri quadrati, si ritiene possa causare un impatto decisamente limitato.

Secondo Gisiner et al. (1998), il rumore prodotto dai motori delle navi coinvolte rientra nel *range* del normale traffico marittimo, a cui vengono generalmente associati livelli di rumore compresi tra 180 e 190 dB re 1 μ Pa.

Considerando inoltre che le aree interessate giornalmente dalle operazioni verranno interdette alla navigazione, limitando di conseguenza il traffico navale dell'area, si ritiene che l'impatto acustico generato dalla sola presenza dei mezzi impiegati per le operazioni non incida in modo significativo sull'area, risultando paragonabile a quello normalmente presente.

Per quanto riguarda l'azione di progetto legata all'attività di acquisizione geofisica, i metodi di indagine si basano sui fenomeni di riflessione e rifrazione di onde elastiche che hanno un rapido decadimento spaziale, generate da una sorgente artificiale ad aria compressa direzionata verso il basso. L'impatto acustico emesso da un *array* si attenua lateralmente di oltre 3 volte rispetto all'asse verticale. L'impatto potenziale coinvolgerà principalmente l'ambiente marino, in quanto le sorgenti di energia sono ubicate in acqua tra 4 e 9 metri di profondità, direzionate verso il basso.



L'impatto acustico è stato considerato in relazione agli unici ricettori acustici identificabili nelle aree di progetto, rappresentati dalla fauna marina.

E' possibile escludere un eventuale impatto sulla componente antropica, vista la considerevole distanza dalla costa e l'obbligo di rispetto delle distanze di sicurezza da parte di altri mezzi navali. L'eventuale impatto sul personale a bordo delle navi è scongiurato mediante l'utilizzo di appropriati dispositivi di protezione individuale e di specifici protocolli operativi, in conformità alla più restrittiva legislazione in materia di sicurezza e salute.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo "Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto", si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'alterazione della componente ambientale clima acustico marino.

ALTERAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO MARINO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	1	1	2
Sensibilità	1	1	2
N. di individui interessati	1	1	2
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	2	2	2
Totale Impatto	7	7	10
Livello	Basso	Basso	Basso

La matrice sottolinea un livello di impatto basso per tutte le azioni di progetto. Questo è indicativo di effetti limitati nel tempo, di piccola estensione, direzionati, reversibili e opportunamente mitigabili.

5.4.4 Impatto sulla componente Flora, Fauna, Ecosistemi

Questa sezione dello studio è finalizzata all'analisi e alla stima degli eventuali impatti che l'attività in progetto potrebbe provocare su ecosistemi, flora e fauna.

Per quanto riguarda la fauna, l'esposizione al rumore di origine antropica può produrre un'ampia gamma di effetti sugli organismi acquatici, in particolare sui mammiferi marini. Un suono di basso livello può essere udibile ma non produrre alcun effetto visibile, viceversa può causare il mascheramento dei segnali acustici e indurre l'allontanamento degli animali dall'area esposta al rumore. Aumentando il livello del suono, gli animali possono essere soggetti a condizioni acustiche capaci di produrre disagio o stress fino ad arrivare al danno acustico vero e proprio con perdita di sensibilità uditiva, temporanea o permanente.

Esistono principalmente due tipi di inquinamento acustico:

- inquinamento acuto e puntuale: esso viene prodotto in una posizione per un periodo definito di tempo, ad esempio un test sonar o un'esplorazione geofisica;

- inquinamento diffuso e continuo: esso è prodotto da un grande numero di fonti in continuo movimento, ad esempio quello dovuto al traffico navale.

L'effetto dovuto dal traffico navale è un esempio di inquinamento diffuso che può riguardare aree molto ampie. Il rumore da traffico navale può essere ridotto abbassando il rumore irradiato dai motori e dalle eliche, e modificando le rotte di navigazione per evitare le aree sensibili come le aree di riproduzione e di alimentazione nonché le rotte di migrazione.

L'inquinamento acuto sembra essere più facilmente gestibile per minimizzare gli effetti di rumore irradiato. Questo può essere ottenuto scegliendo attentamente le aree e i periodi più adatti per condurre le operazioni, evitando quindi le aree di maggior densità e gli habitat critici. Durante le operazioni è dunque necessario attuare una costante verifica che nessun animale sia nell'area di maggior irradiazione. Questo può essere conseguito combinando, ad esempio, l'osservazione visuale con l'ascolto dei suoni subacquei emessi dagli animali (www-3.unipv.it/cibra).

Il suono è un'onda longitudinale (www.dosits.org/science/sound/whatisound/), la cui propagazione nel mare dipende da vari fattori: temperatura, salinità e pressione. L'onda emessa dalla sorgente si propaga nell'acqua come una sfera fino al momento che non incontrerà un ostacolo, come può esserlo il fondale o la superficie dell'acqua, dopodiché proseguirà in modo cilindrico (www.dosits.org/science/soundmovement/soundweaker/spreading/). Nel sito DOSIT (*Discovery of Sound in the Sea*; www.dosits.org/) si riporta che, considerando una propagazione di tipo sferico, l'intensità del segnale a centro metri di distanza è 1/10000 rispetto all'intensità che lo stesso segnale ha alla sorgente. Inoltre, in Gausland (2000), viene indicato che i segnali prodotti da *air-guns* tendono ad attenuarsi con un fattore maggiore rispetto al semplice modello sferico, indipendentemente dalla temperatura, salinità e profondità, per cui è facile sovrastimarne i livelli di pressione a distanze significative.

McCauley et al., (2000) mostra che anche la pendenza del fondale ha un ruolo importante nell'attenuazione del segnale acustico: aumentando la pendenza del fondale, con l'avvicinarsi alla costa, il segnale acustico diminuisce in intensità. Sempre nello stesso studio si riporta che, quando la sorgente del suono è posta a 130 metri di profondità ed il ricevitore a 10 metri, il segnale generato dall'*air-gun* non viene più rilevato alla distanza di 28 chilometri (circa 15 miglia nautiche).

Un problema riscontrato nel confronto di diversi studi sui possibili effetti dell'*air-gun* è dato dall'uso di differenti tipologie di misure negli studi (Gausland, 2000). Infatti, lo stesso può essere misurato come:

- *The root mean square (rms)*, o l'equivalente di una pressione statica avente la stessa potenza.
- *Zero to peak (0-p)*, o il valore massimo misurato dal livello 0.
- *Peak to Peak (p-p)*, o la massima misura del segnale da negativo a positivo (questo è lo standard per specificare i livelli di segnale dell'*air-gun*).
- *Frequency spectrum*, dà la pressione in funzione della frequenza del segnale.

Ad esempio, per comparare un valore 0-p con uno *rms* si dovrebbero aggiungere 3 dB; per comparazioni con valori p-p si dovrebbero aggiungere 9 dB. Le misure spettrali, essendo comuni con molte analisi del rumore, implicano una differenziazione per ogni singola frequenza che contribuisce all'intera gamma del segnale. Questo significa che, per un segnale sismico, dovrebbero essere aggiunti circa 40 dB al valore spettrale per comparare l'intera gamma del segnale del p-p. Inoltre, l'autore riporta che la pressione del rumore di fondo a bassi livelli (valore spettrale) sarebbe sopra i 60 dB re 1 μ Pa (10 – 100Hz). Questo corrisponde alla lenta azione delle onde e ad una bassa forza del vento. Mentre, col tempo cattivo, il rumore di fondo a basse frequenze corrisponde ad un incremento fino a 90 e 100 dB 1 μ Pa. Le grandi petroliere possono avere sorgenti di rumore pari a 170 dB re 1 μ Pa (livello spettrale) alla distanza di un



metro. Similmente, il rumore prodotto da un peschereccio attivo è di 150 – 160 dB re 1 μ Pa. Le Balene stesse possono generare suoni che raggiungono valori di 180 dB re 1 μ Pa alla distanza di un metro.

I segnali prodotti dagli *air-guns* vengono generalmente riportati come p-p. Tali valori posso raggiungere i 210 – 250 dB re 1 μ Pa ad un metro p-p, oppure i 170 – 210 dB per Hz re 1 μ Pa ad un metro di distanza come valore spettrale.

Inoltre, Gausland (2000) pone l'attenzione sul fatto che il valore di 250 dB p-p re 1 μ Pa alla sorgente è un valore teorico usato a scopi computazionali. Nella realtà, il suono generato dall'*air-gun*, a causa delle dimensioni fisiche dell'oggetto stesso, è distribuito su di una certa superficie, per cui in nessun punto all'interno di un *array* si raggiungeranno valori superiori a 235 p-p re 1 μ Pa.

Sempre Gausland (2000) indica che, trovandosi la sorgente del suono di un rilevamento geofisico vicino la superficie (l'autore indica 4-5 metri), l'impatto della riflessione sulla superficie dell'acqua è molto importante, risultando in un'attenuazione del suono significativamente maggiore rispetto a quella che avverrebbe per una sorgente posta più in profondità.

Gli *air-guns* raramente sono stati visti procurare qualsiasi danno fisico diretto agli organismi, e le preoccupazioni si concentrano quasi interamente sugli effetti comportamentali (Turnpenny e Nedwell, 1994). Importanti danni ai pesci (dalle uova agli adulti) sembrano avvenire solo a livelli di suoni dell'ordine di 220 dB 1 μ Pa (ma non si riporta il riferimento della misura); in altre parole, molto vicino alla sorgente del suono, mentre comportamenti di fuga nei pesci vengono tipicamente stimolati per livelli superiori a 160 – 180 dB 1 μ Pa. Anche Gausland (2000) riporta che per pesci e le loro uova per ottenere danni fisici con gli *air-gun* sono necessari valori di che superano i 230 – 240 dB (re 1 μ Pa p-p), per cui tali organismi dovrebbero trovarsi nel *range* di pochi metri dalla sorgente. Gli eventuali impatti attesi, quindi, potrebbero avvenire principalmente a livello del comportamento.

Nel sito DOSITS (www.dosits.org/) si mette in evidenza che un suono per produrre un effetto o danno, soprattutto a livello comportamentale, deve poter essere recepito dall'animale stesso. Le frequenze più importanti in cui gli *air-gun* producono la maggior parte dell'intensità del suono è tra 0-250 Hz (Gausland, 2000).

5.4.4.1 Mammiferi e rettili marini

In questo paragrafo si valuteranno gli impatti potenziali dell'attività proposta sui mammiferi marini presenti nell'area, in quanto rappresentano la categoria più soggetta a rischi. In particolare, le prospezioni geofisiche ricadono fra le attività antropiche responsabili dell'introduzione di rumore nell'ambiente marino con la produzione di un potenziale rischio acustico per quanto riguarda i cetacei.

L'effetto principale del rumore nei mammiferi marini può essere la produzione di condizioni di disagio o stress, fino ad arrivare, in caso di superamento del livello di soglia, al trauma acustico vero e proprio, che si manifesta come innalzamento della soglia di sensibilità, che può essere temporaneo (TTS) o permanente (PTS), e può corrispondere ad una perdita di sensibilità uditiva.

Sono stati condotti diversi studi per valutare il possibile impatto comportamentale e fisiologico sui mammiferi marini derivante dall'attuazione dell'attività di prospezione geofisica tramite *air-gun*. Alcuni studi evidenziano un allontanamento dei cetacei dalle zone di rilievo, rilevando una diminuzione della diversità di specie concomitante all'aumento del numero di prospezioni geofisiche (Evans et al., 1996; Parente et al. 2007).

I suoni di origine antropica possono avere intensità e frequenze tali da sovrapporsi ai suoni utilizzati normalmente dai cetacei, i quali, a seconda delle loro capacità uditive, vengono suddivisi in cetacei che percepiscono le basse, medie e alte frequenze.

I cetacei che utilizzano per le loro comunicazioni suoni a bassa frequenza percepiscono maggiormente la propagazione dei suoni prodotti dagli *air-gun* (Figura 5.6) e potrebbero quindi essere la categoria più esposta a rischi (Lanfredi et al., 2009).

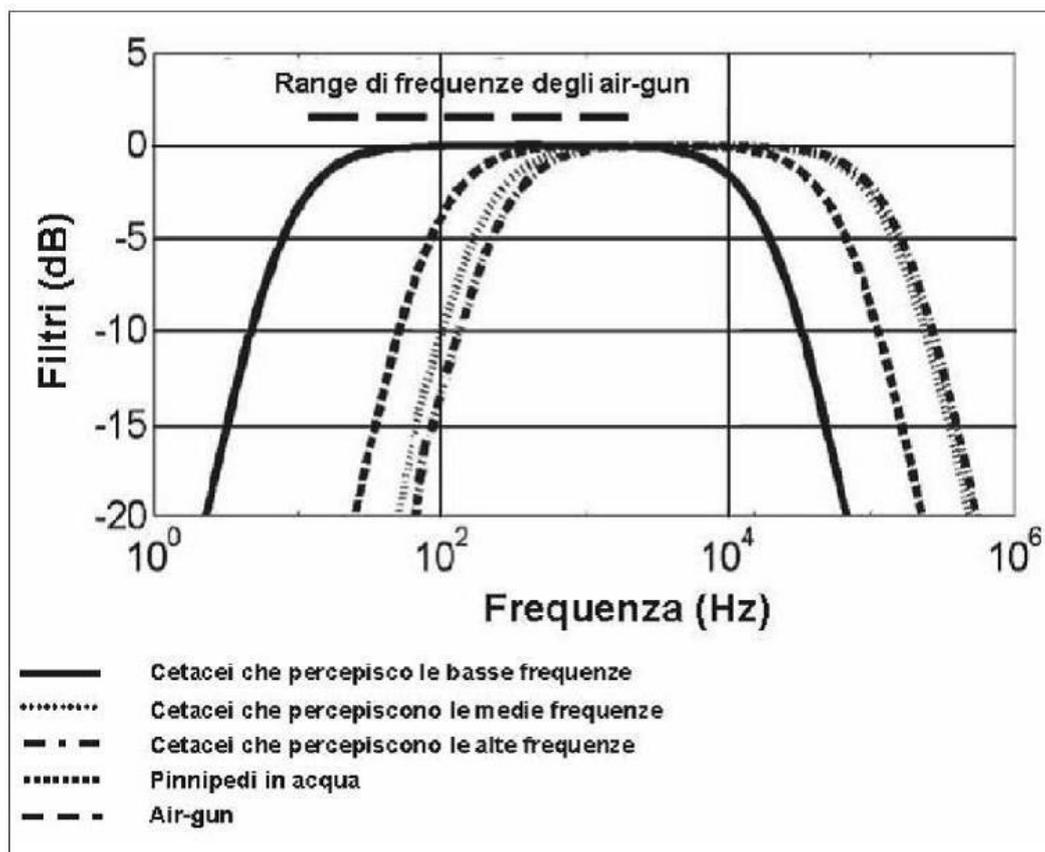


Figura 5.6 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli *air-gun* (fonte: Lanfredi et al., 2009)

In Tabella 5.8, verranno illustrate le diverse categorie di mammiferi marini in relazione ai tipi di frequenze udibili e con indicazione delle differenti specie (quelle potenzialmente presenti nell'area oggetto di studio sono state sottolineate).

Categoria	Range di Frequenze (Hz)	Specie (o genere)
Cetacei che percepiscono le basse frequenze	7 – 22.000	<i>Balaena</i> , <i>Caperea</i> , <i>Eschrichtius</i> , <i>Megaptera</i> , <u><i>Balaenoptera</i></u>
Cetacei che percepiscono le medie frequenze	150 – 160.000	<i>Steno</i> , <i>Sousa</i> , <i>Sotalia</i> , <u><i>Tursiops</i></u> , <u><i>Stenella</i></u> , <u><i>Delphinus</i></u> , <i>Lagenodelphis</i> , <i>Lagenorhynchus</i> , <i>Lissodelphis</i> , <u><i>Grampus</i></u> , <i>Peponocephala</i> , <i>Feresa</i> , <i>Pseudorca</i> , <u><i>Orcinus</i></u> , <u><i>Globicephala</i></u> , <i>Orcacella</i> , <i>Physeter</i> , <i>Delphinapterus</i> , <i>Monodon</i> , <u><i>Ziphius</i></u> , <i>Berardius</i> , <i>Tasmacetus</i> ,

		<i>Hyperoodon, Mesoplodon</i>
Cetacei che percepiscono le alte frequenze	200.000 – 180.000	<i>Phocoena, Neophocaena Phocoenoides, Platanista, Inia, Kogia, Lipotes, Pontoporia, Cephalorhynchus</i>
Pinnipedi: percezione in ambiente acquoso	75 – 75.000	<i>Arctocephalus, Callorhinus, Zalophus, Eumetopias, Neophoca, Phocarcos, Otaria, Erignathus, Phoca, Pusa, Halichoerus, Histriophoca, Pagophilus, Cystophora, <u>Monachus</u>, Mirounga, Leptonychotes, Ommatophoca, Lobodon, Hydrurga, and Odobenus</i>

Tabella 5.8 - Frequenze udibili dalle diverse categorie di mammiferi marini. Sono state sottolineate le specie indicate nella lista dei mammiferi segnalati come presenti nello Ionio settentrionale (Fonte: Southall et al, 2007)

I dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP per un’area più estesa rispetto a quella d’istanza di permesso di ricerca in mare, insieme con i dati degli organismi spiaggiati, hanno indicato che i mammiferi marini presenti nell’area sono: *Stenella coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus* e *Ziphius cavirostris*. Inoltre si riporta la presenza di 13 individui di *Caretta caretta* avvistati nel 2004.

Di questi però, solamente la stenella ed il capodoglio erano presenti nel sito OBIS – SEAMP, rispettivamente con 44 e 7 individui. Infatti, anche tra i dati degli organismi spiaggiati le stenelle erano il 54,8%, mentre decisamente minore era il numero di altri organismi spiaggiati nell’area: 7,1% lo zifio, 5,6% il tursiope, 3,9% il grampo e solo 1,7% il capodoglio. Si nota però che il numero di organismi spiaggiati non determinato a livello di specie era ben il 26,9%. Inoltre, bisogna ricordare che tali bassi valori di presenze potrebbero essere dovuti più ad una mancanza di dati che ad una reale bassa presenza di queste specie.

Tra i mammiferi indicati nell’area indagata, quello che risulterebbe essere più presente è la stenella. Questo animale presenta i propri segnali acustici prevalenti con frequenza che va da 4 kHz a 65 kHz. Il secondo organismo che è spiaggiato più frequentemente, lo Zifio (non era tuttavia presente nei dati tratti da OBIS-SEAMAP), presenta i propri segnali acustici prevalenti compresi tra i 20 kHz ed i 150 kHz. il Tursiope ha i propri i segnali acustici prevalenti che hanno una frequenza che va da 4 kHz a 130 kHz, mentre il Grampo tra i 20 kHz e i 150 kHz. Il Capodoglio, che potenzialmente potrebbe risentire del mascheramento acustico dovuto ad *air-gun*, ha i propri segnali acustici prevalenti in un *range* di frequenza compreso tra 200 Hz e 32 KHz.

I dati scaturiti dalle ricerche effettuate circa gli effetti del rumore antropico sui cetacei, e la conseguente necessità di mettere in atto una regolamentazione del rumore subacqueo, hanno portato diversi studiosi all’elaborazione e alla identificazione di criteri e valori di esposizione al rumore volti alla tutela dei mammiferi marini.

La *National Marine Fisheries Service* (NMFS), l’agenzia responsabile della gestione delle risorse marine viventi della nazione e del loro habitat, ha adottato dei criteri di sicurezza standard in termini di limiti massimi di esposizione per diverse categorie di mammiferi marini. Tali limiti sono stati calcolati dall’Università della Columbia sulla base della sensibilità acustica di specie target, con lo scopo di migliorare le misure da adottarsi in caso di investigazioni geofisiche (Tabella 5.9).

Il NMFS assume che ogni categoria di mammiferi marini potrebbe subire danni fisiologici se esposta a intensità superiori a 160 dB re 1 μ Pa per i suoni impulsivi. Occorre però tenere conto del fatto che tale valore rappresenta esclusivamente un dato indicativo basato sui dati raccolti da Malme et al. (1983) inerenti agli effetti del rumore antropico sulla migrazione della balena grigia e, quindi, da ritenersi valido esclusivamente per le specie presenti nell'area oggetto di studio.

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

Tabella 5.9 - Limiti di esposizione proposti ed adottati dal National Marine Fishery Service per diverse categorie di mammiferi marini (fonte dei dati: Lanfredi et al., 2009)

Nella Tabella 5.10 sono riportati i valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore (*single pulses, multiple pulses, non-pulses*) capaci di originare perdita temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (Southall et al., 2007). I cetacei (a bassa, media ed alta frequenza) esposti a suoni a impulsi multipli, in cui rientra la categoria dei *survey* geosismici, con valori di picco di RL (*received level*) pari a 224 dB re: 1 μ Pa possono essere soggetti a perdita temporanea di sensibilità uditiva. Questo valore è riferito a misure 0-p, quindi per rapportare tale valore al p-p bisogna aggiungere 9 dB (secondo Gausland, 2000), per cui diventerebbe 233 dB re 1 μ Pa p-p. Valore questo che si può trovare vicino alla sorgente del suono.

Marine mammal group	Sound type		
	Single pulses	Multiple pulses	Non-pulses
Low-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
Mid-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s
High-frequency cetaceans			
Sound pressure level	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)	224 dB re: 1 μ Pa (peak)(flat)
Sound exposure level	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	183 dB re: 1 μ Pa ² -s	195 dB re: 1 μ Pa ² -s

Tabella 5.10 - Valori soglia per mammiferi marini esposti a diversi tipi di rumore (il tipo di attività in oggetto rientra nella categoria *multiple pulses*) capaci di originare perdita temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (fonte: Southall et al., 2007)

Si riporta che nel 2003 il Congresso del USA ha finanziato la *Marine Mammal Commission* (MMC) per "Finanziare una conferenza internazionale, o una serie di conferenze, per condividere risultati, rilevare le minacce acustiche su mammiferi marini, e sviluppare mezzi per ridurre tali rischi, pur mantenendo gli oceani utilizzabili come una strada globale del commercio internazionale" (Hastings, 2008).

La MMC ha riunito 28 rappresentanti comprese compagnie petrolifere, la U.S. Navy, organizzazioni ambientali non governative e la comunità scientifica, in 6 incontri durante il 2004-2005. Nonostante questi incontri, i rappresentanti non sono riusciti a trovare un consenso unanime sulle raccomandazioni da



adottare riguardo gli impatti acustici sui mammiferi marini, per cui presentarono al Congresso USA un report finale più sette dichiarazioni individuali aggiuntive (MMC, 2007).

Il valore soglia di esposizione per i mammiferi marini che era stato indicato dal NOAA ad un limite di 180 dB re 1 μPa $-s$, successivamente, visti i risultati degli studi sui delfini ed i beluga, è stato portato a 195 dB re 1 μPa $-s$ (Finneran et al., 2005).

Nel sito DOSIT, viene riportato che il numero di spiaggiamenti avvenuti in concomitanza con l'uso di sonar militari, nel periodo di tempo compreso tra il 1874 ed il 2004, sono 12 (www.dosits.org/animals/effectsofsound/marinemammals/strandings/). Di questi, solo 4 casi sono ben documentati: in Grecia nel 1996, alle Bahamas nel 2000, a Madeira nel 2000 e alle Isole Canarie nel 2002 (www.dosits.org/animals/effectsofsound/marinemammals/strandings/). Inoltre, il numero di individui spiaggiati in questi 4 eventi è stato minore di 50, mentre viene riportato che il numero complessivo di cetacei che spiaggiano ogni anno nei soli USA è di 1000 (www.dosits.org/animals/effectsofsound/marinemammals/strandings/).

Vi è un unico caso riportato in letteratura in cui è avvenuto lo spiaggiamento di 2 balene in concomitanza di indagini sismiche, effettuate da parte di una nave di ricerca (Hastings, 2008). Si riporta, però, che la stessa nave stava operando anche con un sonar a medie frequenze, per il quale in passato è stato già correlato con spiaggiamenti di cetacei.

Una delle ipotesi proposte per spiegare il fenomeno dello spiaggiamento dei cetacei, è che gli animali in questione siano andati incontro a malattia da decompressione; questa ipotesi verrebbe supportata dalla presenza di bolle negli organi degli animali trovati spiaggiati. Nel sito DOSIT, si riporta che la presenza di bolle nei tessuti non è sufficiente per determinare la malattia da decompressione e, in generale, non c'è ancora accordo nel mondo scientifico se i cetacei spiaggiati vadano effettivamente incontro a questo tipo di malattia. Inoltre, riportano che le bolle trovate sono troppo larghe o in organi diversi da quelli usuali per essere messe in relazione con la malattia da decompressione (www.dosits.org/animals/effectsofsound/marinemammals/strandings/).

Tenendo presente le considerazioni fatte sopra e le specie di mammiferi marini presenti nell'area indagata, si ritiene poco probabile la possibilità di uno spiaggiamento di questi organismi.

Per quanto riguarda la possibilità di mascheramento delle comunicazioni tra individui, essendo la maggior parte dell'energia emessa dall'*air-gun* sotto 1 KHz, si può ritenere che difficilmente esse vadano ad interferire con le frequenze prevalenti delle specie di cetacei Tursiope, Stenella, Grampo e Zifio. Queste frequenze potrebbero interferire nelle comunicazioni tra Capodogli, i quali però sono presenti in numero esiguo nell'area indagata; si può dunque ritenere che l'impatto sulle comunicazioni tra questi organismi sia minimo.

Pochissimi sono i dati disponibili circa gli eventuali effetti che possono riscontrarsi a livello delle tartarughe marine. Diversi studi hanno evidenziato atteggiamenti di allarme o di fuga come reazione immediata agli impulsi sonori emessi dagli *air-gun* (McCauley et al. 2000; Lenhardt 2002), mentre i risultati di monitoraggi effettuati durante *survey* sismici hanno evidenziato risultati controversi. Ciò nonostante diversi autori riportano un numero maggiore di avvistamenti di tartarughe marine nei periodi in cui non sono previste attività geofisiche (Weir, 2007; Hauser et al., 2008). In McCauley et al. (2000), viene riportato che atteggiamenti di fuga da parte delle tartarughe marine si avrebbero sopra i 175 dB re 1 μPa (rms); questi valori, secondo lo studio, si avrebbero ad 1 chilometro di distanza dalla sorgente.

Considerando il numero non elevato di individui di *Caretta caretta* trovato per l'area, e che l'area in cui potenzialmente verrà effettuata la prospezione geofisica si trova a più di 12 miglia nautiche dalla costa, si può ritenere che l'eventuale impatto su questa specie sia minimo e principalmente improntato in fuga da parte dell'animale all'avvicinarsi della nave facente la prospezione.



5.4.4.2 Benthos e Biocenosi

Pochissimi sono i dati presenti in letteratura degli effetti dell'*air-gun* sugli organismi bentonici marini. Nel 2003 Christian et al. hanno effettuato un esperimento sul granchio *Chionoecetes opilio*, in cui questo organismo è stato esposto agli effetti dell'*air-gun* ad una distanza di 50 metri. I risultati mostrano che per questa specie non vi è alcun impatto negativo. Nel report del 2004 di uno studio fatto per la *Fisheries and Oceans* (Canada) sugli eventuali impatti dell'*air-gun* sullo stesso organismo (*Chionoecetes opilio*) viene indicato che non c'era alcuna mortalità di questo organismo dopo esposizione ad *air-gun*. Inoltre non sono stati riscontrati effetti sulla sopravvivenza e sviluppo larvale riconducibili alla prospezione geofisica, né nell'immediato né dopo alcuni mesi di osservazione in laboratorio.

Gli eventuali effetti di una prospezione geofisica sulla pesca di tre specie di gamberi (*Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Xyphopenaeus kroyeri*), sono stati indagati nel lavoro di Adriguetto-Filho et al. (2005). I risultati mostrano che i gamberi, dopo 12 e 36 ore dal passaggio della prospezione, non hanno riscontrato una diminuzione significativa nell'abbondanza rispetto a prima del passaggio. La prospezione è avvenuta in acque costiere comprese tra i 2 ed i 15 metri. Gli autori indicano che ci potrebbe essere un mascheramento dovuto al rapido ciclo vitale di questi organismi.

Tenendo conto che le operazioni geofisiche avverranno in porzioni di mare in cui la profondità varia tra circa 900 metri e 1700 metri, si può ritenere che l'impatto sulla componente bentonica sia trascurabile se non nullo.

Non vi sono evidenze in bibliografia circa eventuali impatti generati dal tipo di attività proposta sulla componente ambientale rappresentata dalla flora.

La *Posidonia oceanica* è stata dichiarata specie protetta, considerato il suo importante ruolo nell'ecosistema del bacino mediterraneo, fondamentale per la sopravvivenza di numerose specie di pesci, molluschi, echinodermi e crostacei, costituendo il riparo ideale per questi organismi marini che trovano tra le sue fronde condizioni ottimali per la riproduzione e l'alimentazione. Le praterie di *Posidonia* si sviluppano lungo il litorale costiero fino a circa 40 metri di profondità.

Visto il limite inferiore di sopravvivenza di *P. oceanica*, si può indubbiamente escludere la presenza nell'area oggetto d'indagine e, considerata la notevole distanza a cui è possibile trovarla rispetto all'area d'indagine (più di 12 miglia nautiche), si può escludere un impatto su questa fanerogama marina.

5.4.4.3 Plancton

Non sono a nostra conoscenza studi che valutano l'impatto dell'*air-gun* sia sullo zooplancton che sul fitoplancton.

Si pone l'attenzione, però, sulle luci utilizzate dalle navi per le operazioni notturne le quali potrebbero alterare i bioritmi dello zooplancton nella colonna d'acqua.

Considerando che dai dati tratti da Siokou-Frangou et al. (2011) relativi alla zona oggetto d'interesse la concentrazione di fitoplancton è medio – bassa, si può ritenere un impatto minimo su questa componente.

5.4.4.4 Ittiofauna

Gran parte delle specie di pesci sono capaci di captare segnali acustici tra da 50 fino a 500-1500 Hz, poche specie sopra i 3 KHz e pochissime oltre i 100 KHz (Popper e Hastings, 2009). I pesci possono essere specialisti per l'udito o generalisti (meno sensibili); alcuni generalisti sono salmonidi ciclidi e tonni; gli specialisti includono i Cupleiformi. L'orecchio interno dei pesci è simile a quello degli altri vertebrati.

Nella *review* di Popper e Hastings, 2009 viene indicato che non si sa nulla sugli effetti a lungo termine dell'esposizione dei pesci all'*air-gun*.

Una diminuzione nelle catture di merluzzo (genere *Gadus*) e dell'eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) fino a 5 giorni dalla prospezione e per diversi chilometri di distanza dalla stessa è stata indicata nel lavoro di Engas et al. (1996). Dopo questo periodo i valori sono tornati alla normalità. Slotte et al. (2004) mostrano un risultato simile per altre due specie commerciali: il melù (*Micromesistius poutassou*) e l'aringa (*Clupea harengus*). Gli autori indicano che queste specie di pesci tendono a spostarsi a profondità maggiori; inoltre a 30-50 chilometri di distanza aumenta il pescato di questi pesci suggerendo un loro allontanamento dall'area di prospezione.

Gusland (2003), in uno studio *non peer-reviewed*, suggerisce però che i risultati ottenuti da questi studi potrebbero essere influenzati da altri fattori e non mostrano differenze statisticamente significative dalle nella variabilità delle catture che si ha durante l'anno. Pearson et al. (1987, 1992) mostrano una risposta a di 160 dB 1 μ Pa 0-p, ma non una diminuzione nelle catture. Hassel et al. (2004) indicano, per le anguille, che non c'è differenza di mortalità tra animali esposti ad *air-gun* ed i controlli. Inoltre gli autori indicano una diminuzione del pescato nell'area di studio nei giorni seguenti ma anche un rapido ritorno ai livelli pre-indagine geofisica. Wardle et al. (2001), hanno esposto pesci di barriera (*reef*) agli effetti dell'*air-gun* con pressioni di 210 dB 1 μ Pa (p-p) a 16 metri di distanza e pressioni di 195 dB 1 μ Pa (p-p) a 109 metri di distanza. Questi autori indicano piccole risposte comportamentali da parte dei pesci e nessuna risposta da parte degli invertebrati presenti nell'area di studio.

Boeger et al. (2006), hanno esposto sei specie di pesci di barriera (*reef*) all'azione dell'*air-gun* con un'intensità del suono di 196 dB 1 μ Pa (p-p) a 1 metro; tali pesci si trovavano alla distanza di 0-7 metri dalla sorgente del suono. Anche in questo caso gli autori hanno visto solo una piccola risposta comportamentale all'inizio dell'esposizione e, in seguito, una diminuzione di risposta indicando possibile adattamento al rumore prodotto dall'*air-gun*.

Smith et al. (2004 a,b), a riguardo della possibilità di perdita temporanea o permanente delle capacità uditive, mostrano che *C. auratus* (Ciprinide dotato di elevate capacità uditive) presenta 5 dB di *shift* nel livello di udibilità (TTS) già dopo 10 minuti di esposizione ad un suono d'intensità di 170 dB 1 μ Pa (valore spettrale) con frequenze 0,1 – 10 KHz. Dopo 3 settimane di esposizione questi i pesci arrivavano fino a 28 dB di *shift*. Ciononostante, dopo 2 settimane che era cessata l'esposizione i livelli di udibilità sono tornati ai valori normali.

Il risultato ottenuto da Sholik e Yan (2002) è stato simile. Nel loro studio *P. promelas* (un'altra specie di ciprinide) non mostra un recupero totale dello *shift* dopo 14 giorni (con un'esposizione di 24 ore) ad un suono di 142 dB 1 μ Pa (valore spettrale) a frequenze comprese tra 0,3 e 2KHz. Sia Smith et al. (2004) che Sholik e Yan (2002) riportano l'assenza di danni per le due specie di pesci generalisti indagati a riguardo delle capacità uditive (*O. niloticus* e *L. macrochirus* rispettivamente).

Nel 2007 Popper et al. hanno valutato il possibile effetto del sonar *U. S. Navy Surveillance Towed Array Sensor System (SURTASS) Low-Frequency Active (LFA)* sulla trota iridea (*O. mykiss*). Hanno trovato che l'esposizione a tre emissioni del sonar, di 108 secondi ognuna con un livello ricevuto di emissioni acustiche di 193 dB 1 μ Pa rms, producevano fino a 25 db di *shift* nella capacità uditiva della trota. In questo studio non è stato però possibile valutare se questi pesci avevano recuperato l'udito. In Popper et al. (2005) tre specie di pesci, *C. nasus*, *E. lucius* e *C. plumbeus*, sono state sottoposte agli effetti dell'*air-gun* con un suono di 205-210 dB 1 μ Pa (SEL di 176-180 dB 1 μ Pa²-s). *C. nasus* non ha mostrato TTS (perdita temporanea di sensibilità uditiva), mentre *E. lucius* e *C. plumbeus*, due udito specialisti, hanno mostrato perdita temporanea dell'udito di 10-25 db, ma anche il recupero di tale perdita già dopo 24 ore.



Nello studio effettuato da Hastings et al. (2008) sull'effetto di un grosso *array* di *air-gun* sui pesci, non si è verificata perdita temporanea di udito anche dopo esposizione a 190 dB $1\mu\text{Pa}^2\text{-s}$ SEL (livello di esposizione al suono) cumulativa, sia per una specie udito specialista che per tre specie udito generaliste.

In Enger (1981) si mostra invece, che le cellule uditive di *G. morua* (merluzzo) perdono le ciglia dopo 1-5 ore di esposizione a suoni d'intensità di 180 dB $1\mu\text{Pa}$ con frequenze comprese tra 50 – 400Hz. Hastings (1995) mostra la presenza di danni alle cellule uditive del pesce rosso (*C. auratus*) dopo esposizione a suoni di 189, 192, 204 dB $1\mu\text{Pa}$ p-p a 250 Hz e a suoni di 197 dB $1\mu\text{Pa}$ p-p a frequenze di 500 Hz per circa 2 ore. Mentre *C. auratus* se esposto a suoni di 182 dB $1\mu\text{Pa}$ p-p a 500 Hz, non mostrava danni. McCauley et al. (2003) hanno studiato l'effetto dell'esposizione ad *air-gun* di *Pagrus auratus*. Questi pesci sono stati sottoposti ad un approccio avanti e indietro dell'*air-gun* per 1-5 ore, con valori di SEL che superavano i 180 dB $1\mu\text{Pa}^2\text{-s}$. I risultati hanno mostrato il 15% della morte di cellule uditive nella parte caudale dell'orecchio interno, il che corrisponde solo al 2-7% del totale delle cellule uditive presenti nel pesce.

Tenendo in considerazione gli studi sopra riportati si può escludere la mortalità di pesci dovuta alla prospezione geofisica. Si può ritenere bassa anche la probabilità che i pesci presenti nell'area subiscano fenomeni di perdita dell'udito anche solo temporanea. Questo perché, all'approccio della nave che effettua la prospezione, si ritiene che i pesci esibiscano comportamenti di fuga evitando eventuali danni fisiologici. Inoltre, si utilizzerà l'implementazione *soft-start*, la quale consente di raggiungere gradualmente l'intensità di lavoro necessaria agli *air-gun*, con un incremento del livello del segnale acustico in un intervallo di tempo di circa venti minuti.

In Popper e Hastings (2009) si riporta che la maggior parte degli studi sui potenziali impatti sulle uova e larve di pesci è stato condotto con esplosivi e stimolatori meccanici.

L'articolo di Banner e Hyatt (1973) è il solo ad essere *peer-reviewed*. In questo lavoro gli autori indicano un incremento della mortalità nelle uova negli embrioni di *C. variegatus* esposto ad un suono di intensità di 15 dB sopra il livello ambiente e con frequenze tra 100-1000 Hz. Tuttavia, il suono non ha avuto effetti sugli avannotti covati dallo stesso *C. variegatus*, né sulle uova e o gli avannotti di un'altra specie di pesce (*Fundulus similis*).

Kostyuchenko (1973) mostra che le esposizioni ad *air-gun* determinano danni alle uova fino a 20 metri dalla sorgente. Nello studio di Booman et al. (1996) sono stati studiati gli effetti dell'*air-gun* su uova, larve e avannotti di merluzzo bianco (*G. morhua*), merluzzo nero (*Pollachius virens*) e aringa (*C. harengus*). Questi hanno trovato una mortalità significativa, ma solo quando si trovavano entro 5 metri di distanza dalla sorgente. Al contrario, uno studio condotto da Dalen et al. nel 1996 afferma che l'influenza dell'energizzazione attraverso *air-gun* non provoca mortalità di larve, uova o esemplari giovanili. Lo studio afferma che la mortalità di larve, uova o esemplari giovani è legata alla percentuale di mortalità rilevata in condizioni normali.

Dai risultati sopra citati si può ritenere che una mortalità delle uova esiste solo se esse si trovano a pochi metri di distanza dalla sorgente dell'*air-gun*.

5.4.4.5 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Gli impatti potenziali che possono ripercuotersi sulle componenti flora, fauna ed ecosistemi causati dallo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica sono sostanzialmente il rumore prodotto dai mezzi utilizzati e, soprattutto, la sorgente di onde acustiche durante la fase di energizzazione.

Considerando ora il primo, come visto nei precedenti paragrafi, si può affermare che il rumore prodotto dalla nave di acquisizione e da quelle di supporto rientra nel *range* del normale traffico marittimo che



normalmente attraversa l'area in istanza. Secondo Gisiner et al. (1998), l'intervallo dei livelli di rumore raggiunto va dai 180 ai 190 dB re 1 μ Pa.

L'impatto dei mezzi utili al progetto all'interno dell'area in istanza sarà paragonabile a quello del normale traffico navale presente, anche perché i settori interessati dall'acquisizione di giorno in giorno diversi, saranno interdetti alla navigazione.

Riguardo al potenziale impatto determinato dalle onde acustiche emanate durante la fase di energizzazione, invece, si vuole porre l'attenzione sulle sorgenti della strumentazione che sarà utilizzata nel progetto, ubicate ad una profondità di pochi metri, rivolte verso il basso.

Gli *array* dell'*air-gun* sono configurati in modo da proiettare la maggior parte dell'energia verticalmente in direzione del fondale marino, minimizzando l'emissione lungo la componente orizzontale e, di conseguenza, le interferenze con l'ambiente circostante. Uno studio di Caldwell e Dragoset (2000) rileva che la pressione sonora emessa lateralmente da un *array* è circa 20 dB più bassa rispetto a quella emessa verticalmente. Ciò significa che l'impatto acustico emesso da un *array* sarà attenuato lateralmente di oltre 3 volte rispetto a quello presente lungo l'asse verticale.

Con lo scopo di compilare la matrice relativa agli eventuali impatti sulle componenti ambientali in oggetto, si sono analizzate le diverse azioni di progetto:

1. Azione di movimentazione mezzi

Il disturbo che verrà a crearsi in seguito alla movimentazione della nave d'acquisizione durante il posizionamento della strumentazione tecnica e di quella relativa alla/e imbarcazione/i di appoggio (avente/i l'incarico di accertare il corretto svolgimento dei compiti della prima e di supportare la stessa per qualsiasi problema), sarà esclusivamente dato dal rumore provocato dai motori che le alimentano.

In linea generale, la fauna, nel sentire il rumore dei motori, tende ad allontanarsi per ritornare nel momento in cui tale rumore provocato dalla presenza delle navi sia svanito. Questo tipo di impatto a carattere temporaneo viene dunque considerato assolutamente reversibile.

In fase di movimentazione, come per qualsiasi altro mezzo marittimo, è opportuno tenere presente l'eventuale collisione che si potrebbe verificare con gli animali marini, soprattutto con quelli di maggiore dimensione come il Capodoglio e la Balenottera comune. Per mitigare questo effetto, come riportato nel successivo capitolo relativo alle mitigazioni, saranno presenti sulla nave di acquisizione delle figure professionali, aventi un'apposita preparazione atta all'osservazione dei mammiferi marini.

Relativamente alla componente plancton invece, è l'aumento della luminosità nelle ore notturne che potrebbe arrecare una possibile interferenza, data la presenza di luci segnaletiche sulla nave e imbarcazioni impiegate.

2. Azioni di stendimento e rimozione *streamers* ed *air-gun*

Durante queste fasi che, rispettivamente, precedono e seguono la vera e propria fase di acquisizione dei dati geofisici, non si prevede alcuna interazione con il fondo marino visto che i cavi e gli idrofoni sono posti ad una profondità di poche decine di metri dalla superficie del mare.

Relativamente alla componente fauna è presente un solo impatto di basso livello e limitante nel tempo, legato esclusivamente al posizionamento in acqua dei cavi, i quali rappresentano oggetti estranei all'ambiente marino.

Esiste tuttavia la possibilità che le tartarughe marine rimangano intrappolate nella boa di coda, come approfonditamente studiato dalla società inglese "Ketos Ecology", che propone al tal proposito delle



mitigazioni atte ad evitare degli eventuali incidenti, saldando alla stessa boa di coda delle apposite barre metalliche come descritto nel capitolo successivo, relativo alle mitigazioni.

3. Azioni di energizzazione

La sorgente di energia utilizzata durante la prospezione geofisica eseguita tramite *air-gun*, è di tipo impulsivo e genera una perturbazione acustica temporanea.

L'influenza sonora termina nel momento in cui l'azione di energizzazione viene arrestata e, come visto in precedenza, questo significa che solo nel limitato periodo di tempo in cui essa è in funzione può potenzialmente interferire con i mammiferi marini che possono essere presenti nell'intorno della nave di acquisizione. In special modo nei soggetti più sensibili, quali i cetacei, si possono presentare dei disturbi sulla comunicazione dati da un'interferenza di frequenze relative ai loro vocalizzi con quelle della sorgente di energia.

Tutto ciò sarà mitigato e minimizzato dalla presenza sulla nave di acquisizione di un diverso numero di osservatori di mammiferi marini, tecnici specializzati che avranno il compito di monitorare costantemente l'area in istanza e oltre (vedi paragrafo delle mitigazioni relative alla fauna), così da ordinare l'arresto della misurazione dei dati geofisici in caso di avvistamento di mammiferi marini.

Nel raggiungere il maggior dettaglio possibile al fine della compilazione della matrice quantitativa in oggetto è stata considerata un'ulteriore possibile interazione, quella di natura chimica. Si sono presi in considerazione così gli scarichi di reflui in mare, ma vista la profondità dei fondali e l'ubicazione in mare aperto delle attività, si esclude un qualsiasi tipo di alterazione qualitativa delle acque o dei sedimenti visto che si tratterà di un processo di naturale diluizione. La fauna presente viene esclusa quindi da una possibile interferenza di questo tipo.

Di seguito, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte e degli elementi interessati dai potenziali impatti derivanti dallo svolgimento dell'attività in progetto. Le componenti analizzate si riferiscono ai potenziali ricettori di impatto, ossia mammiferi marini, tartarughe e ittiofauna, per quanto riguarda l'impatto di tipo acustico, mentre il plancton è stato analizzato per l'impatto derivante da un aumento dell'illuminazione notturna.

IMPATTI SU BIODIVERSITA' ED ECOSISTEMI												
Componenti di impatto	Azioni di progetto											
	Movimentazione mezzi				Stendimento/rimozione <i>streamers</i> e <i>air-gun</i>				Energizzazione			
	Mammiferi	Tartarughe	Ittiofauna	Plancton	Mammiferi e tartarughe	Tartarughe	Ittiofauna	Plancton	Mammiferi	Tartarughe	Ittiofauna	Plancton
Durata temporale	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scala Spaziale	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1
Sensibilità	2	1	1	1	2	4	1	1	3	1	2	1
N. di individui interessati	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Reversibilità	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
Mitigabilità	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Totale Impatto	9	7	7	7	8	13	7	7	10	8	10	7
Livello	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso

Dalla matrice si evince che il livello degli impatti per tutte le azioni di progetto risulta essere basso, quindi di lieve entità, ad eccezione di un livello medio raggiunto nella fase di stendimento/rimozione di *streamers* e *air-gun*.

Questo è relativo alla possibilità di intrappolamento delle tartarughe marine nella boa di coda, posizionata alla fine di ogni cavo sismico della strumentazione. In base a quanto annunciato in precedenza si invita il lettore a consultare il capitolo relativo alle mitigazioni, il quale prevede una dettagliata descrizione in merito alla mitigazione dell'eventuale impatto sulla componente fauna appena analizzato.

A tutela della fauna verranno altresì utilizzati altri metodi di minimizzazione degli eventuali impatti causati dalle operazioni in progetto, seguendo precisi protocolli infatti verranno applicate delle accortezze come ad esempio l'utilizzo di tecnologia *soft start*, la presenza a bordo della nave di un osservatore per i mammiferi marini per l'eventuale sospensione delle operazioni in caso di avvistamenti di questi animali marini e l'utilizzo del sistema di monitoraggio acustico passivo.

5.4.5 Impatto sulla componente Paesaggio

Il Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004, chiamato anche "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", definisce il paesaggio come espressione di identità culturale e collettiva, formato da beni manifesto di valori storici, culturali, naturali, morfologici ed estetici del territorio, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni.

Quando viene intrapresa una qualsiasi attività antropica, è possibile stimare le possibili interferenze della stessa attività sulla qualità del paesaggio valutandone l'incidenza su uno o più dei seguenti elementi:

- Perdita di parti o dell'intero sistema paesaggistico;
- Sostituzione del paesaggio preesistente con uno nuovo;
- Nascondimento, ossia mascheramento parziale o occultamento totale.

L'attività di indagine geofisica per la quale viene fatta istanza prevede, come unica perturbazione del paesaggio, l'occupazione dello specchio d'acqua da parte dei mezzi navali adibiti all'acquisizione geofisica, che per la natura dell'attività stessa è temporanea in quanto limitata alla durata del rilievo ed è totalmente reversibile. Non è assolutamente prevista per l'esecuzione del rilievo geofisico la realizzazione di nessuna opera fissa.

Allo scopo di quantificare in modo attendibile l'impatto sulla percezione del paesaggio causato dalla presenza della nave di rilievo ed analizzare la distanza entro la quale la stessa è visibile dalla costa, è opportuno richiamare qualche nozione sul concetto di orizzonte visibile.

Tenendo in considerazione l'effetto della rifrazione atmosferica, è possibile calcolare con la seguente formula matematica la distanza "d" (in chilometri) alla quale viene percepito l'orizzonte per un osservatore vicino alla superficie terrestre, partendo dall'altezza "h" sul livello del mare espressa in metri:

$$d \approx 3.86 \sqrt{h}$$

Considerando un osservatore in piedi sulla terraferma con altezza media degli occhi di 1,70 metri, si calcola che l'orizzonte (e di conseguenza la massima visibilità in condizioni ottimali) si trova ad una distanza di 4,65 chilometri. Per un osservatore in piedi sulla terraferma con l'altezza degli occhi di 2 metri, invece, l'orizzonte si trova ad una distanza di 5,5 chilometri.

Per calcolare l'altezza di un oggetto visibile sopra l'orizzonte, si calcola la distanza dell'orizzonte per un ipotetico osservatore posto sopra a tale oggetto, e la si aggiunge alla distanza dell'orizzonte dall'osservatore reale, come indicato dalla seguente formula, rappresentata graficamente in Figura 5.7:

$$D_{BL} \approx 3.86 (\sqrt{h_B} + \sqrt{h_L})$$

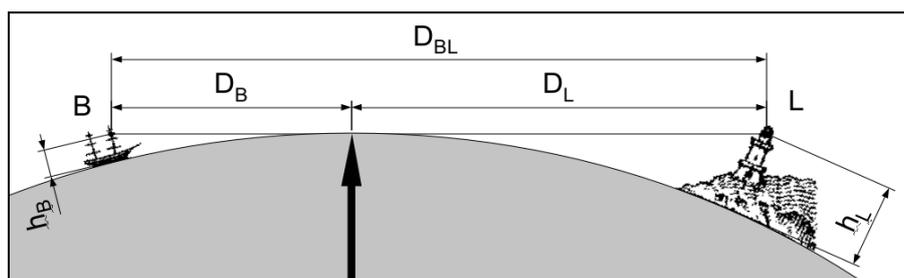


Figura 5.7 – Distanza geometrica dell'orizzonte

Consideriamo una nave di acquisizione tra le più grandi impiegate, caratterizzata da un'altezza massima fuori dall'acqua fino all'antenna più alta (*air draft*), di 40 metri.

Applicando la formula precedentemente citata, in condizioni peggiorative di un osservatore con altezza media degli occhi di 2 metri, è possibile calcolare che tale nave, in condizioni di ottima visibilità, sarà percepibile da un ipotetico osservatore posto lungo costa fino ad una distanza di 29,87 chilometri, ossia poco più di 16 miglia nautiche.

La distanza minima dell'area in cui è prevista l'esecuzione del rilievo geofisico dalla costa della Calabria (cioè dal punto più orientale di Capo Colonna) è di circa 13 miglia nautiche ossia 24 chilometri, dunque

esiste la possibilità di avvistamento della nave sull'orizzonte da parte di un osservatore posto in corrispondenza della costa prospiciente.

La nave di acquisizione, potenzialmente, in condizioni di ottima visibilità, può comparire all'orizzonte esclusivamente per quegli osservatori posti in corrispondenza di Capo Colonna e soltanto durante l'acquisizione del settore ovest dell'area in esame.

Ovviamente, la visibilità della nave di acquisizione da parte di un osservatore sito lungo costa non si verificherà nel corso dell'intera durata del rilievo, bensì soltanto finché la nave si troverà all'interno dell'area di visibilità, indicata con il colore giallo in Figura 5.8. Quando la nave di acquisizione uscirà da quel settore indicato dal retino colorato per procedere al rilievo della restante porzione orientale, essa scomparirà dall'orizzonte visibile e non risulterà più percepibile da nessun osservatore posto lungo l'intero litorale calabrese, nemmeno in condizioni di massima visibilità.

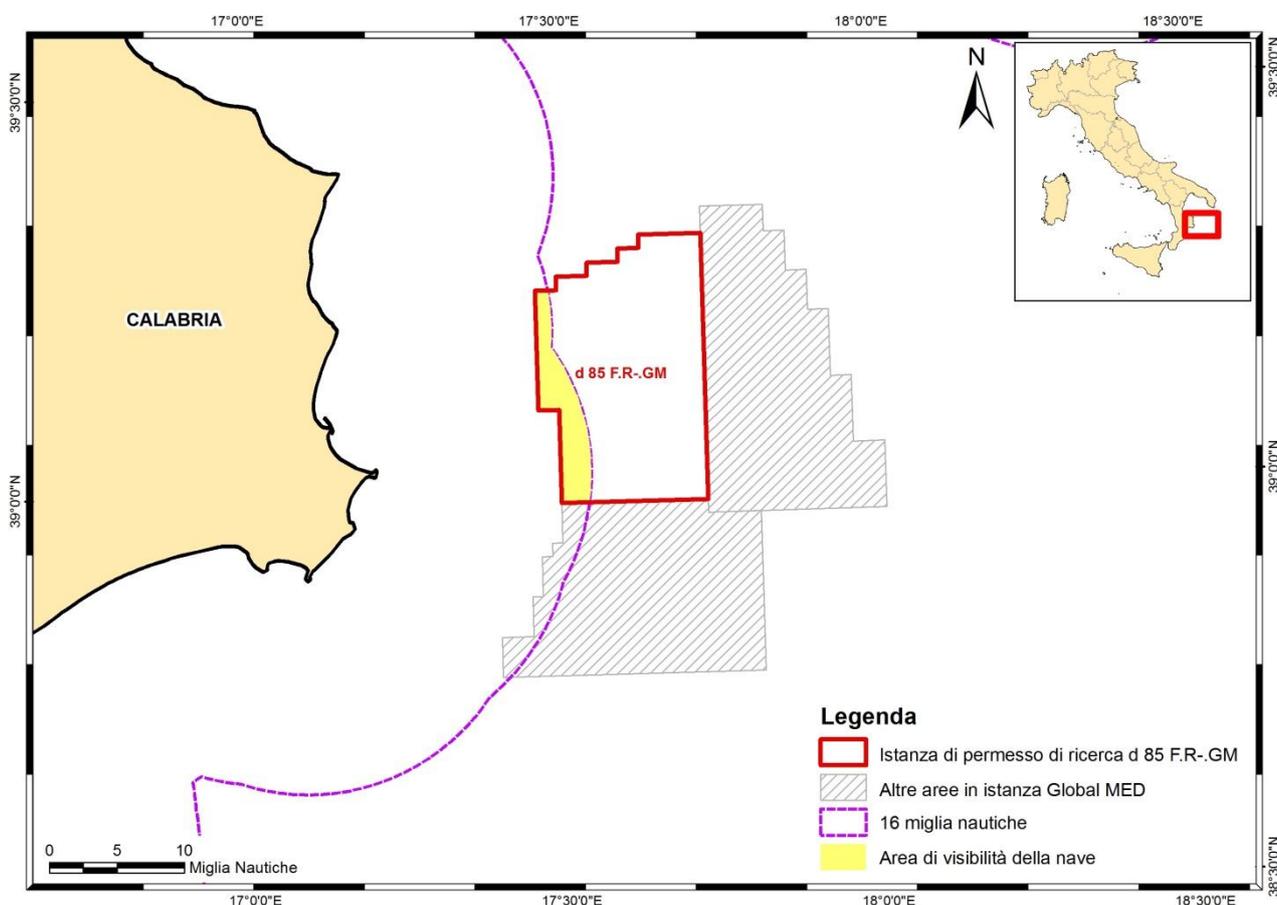


Figura 5.8 - Mappa con indicazione della fasce di visibilità a 16 miglia nautiche (indicata dal tratteggio viola) dalla costa calabrese. La nave sarà visibile dalla costa (Capo Colonna) fintanto che si trova nell'area indicata dal retino giallo

Si precisa, comunque, che l'impatto visivo che si viene a creare è minimo e del tutto assimilabile a quello generato dalle navi di stazza simile che si trovano a transitare nel tratto di mare considerato. Si sottolinea inoltre la natura temporanea dell'attività, ed il fatto che la visibilità della nave di acquisizione dalla costa sarà ulteriormente circoscritta rispetto alla durata dei lavori totale poiché limitata alla sola presenza della nave nel settore occidentale dell'area in istanza, che costituisce tra l'altro una piccola parte dell'area complessiva. I mezzi navali di acquisizione, una volta raggiunta l'area in esame, resteranno in mare aperto per tutta la durata del programma di rilievo geofisico, mentre soltanto per le navi di supporto sono previsti eventuali e sporadici rientri nel porto prescelto per lo scarico dei rifiuti prodotti a bordo della nave geofisica e/o per necessità operative.

Di conseguenza, un ulteriore impatto sul paesaggio sempre di scarsa entità e di natura estremamente temporanea, potrebbe verificarsi durante il percorso dei mezzi navali dal porto di partenza all'area di rilievo (e ritorno), e dal tragitto delle navi di supporto, che provvederanno al trasporto delle attrezzature, del personale, degli approvvigionamenti e allo smaltimento dei rifiuti generati durante lo svolgimento delle attività.

Essendo circoscritto a qualche viaggio isolato e trattandosi di un'imbarcazione in movimento, l'impatto visivo generato sarà minimo, del tutto assimilabile al normale transito di una nave di medesime dimensioni che frequentano abitualmente il tratto di mare considerato, nonché limitato al breve periodo di percorrenza della fascia di visibilità.

5.4.5.1 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Le operazioni di rilievo geofisico avverranno all'interno dell'orizzonte visibile dalla costa soltanto per un brevissimo intervallo temporale, e solo finché la nave di acquisizione si localizzerà nel settore occidentale dell'area in istanza. Fintanto che i mezzi saranno in mare aperto a distanze dalla costa superiori alla fascia di visibilità, cioè per la maggior parte della durata del rilievo geofisico, non vi sarà alcuna percezione possibile da parte di osservatori posti sulle coste calabresi.

Si sottolinea il fatto che nel precedente calcolo della fascia di visibilità delle 16 miglia nautiche sono state considerate condizioni peggiorative, ossia un osservatore con l'altezza degli occhi di 2 metri posto in condizioni di massima visibilità, ed una nave di acquisizione geofisica tra le più grandi utilizzate.

Nella seguente matrice quantitativa, compilata in funzione delle sopra esposte considerazioni, si riporta l'alterazione della qualità del paesaggio in base ai criteri descritti nel capitolo "Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto".

ALTERAZIONE DELLA QUALITÀ DEL PAESAGGIO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	2	1	1
Sensibilità	1	1	1
N. di individui interessati	1	1	1
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	1	1	1
Totale Impatto	7	6	6
Livello	Basso	Trascurabile	Trascurabile

Dalla matrice si evince che, durante la fase dell'indagine geofisica condotta utilizzando come fonte di energizzazione l'air-gun, la presenza della nave geofisica non produrrà impatti visivi in grado di alterare in modo significativo e/o di danneggiare la percezione del paesaggio da parte di un osservatore posizionato lungo costa, se non in maniera del tutto trascurabile e limitata nel tempo.

La matrice evidenzia un impatto di livello basso associato totalmente all'azione di movimentazione mezzi, corrispondente all'impatto visivo potenzialmente generabile dagli sporadici rientri al porto delle navi di



appoggio e dall'acquisizione geofisica lungo il lato occidentale dell'area in istanza; si tratta comunque di impatti di lieve entità, di piccola estensione ed estremamente limitati nel tempo, nonché totalmente reversibili e mitigati dall'esiguo numero di mezzi impiegati.

5.4.6 Impatto sulla componente contesto Socio-Economico

L'occupazione dello specchio d'acqua è un fattore d'impatto avente una durata limitata nel tempo; al termine dell'indagine geofisica tutti i mezzi e la relativa strumentazione rientreranno in porto, rilasciando l'area alla propria naturalità. Inoltre, il potenziale impatto risulta essere di ridotta entità considerate le modeste dimensioni delle attrezzature e dei mezzi utilizzati, se paragonati a pescherecci o traghetti comunemente presenti nella zona.

L'arco di tempo stimato per effettuare la registrazione dei dati geofisici nell'area in oggetto si aggira attorno ai 2,5 giorni per la campagna di acquisizione 2D e 31,5 giorni al massimo per quella 3D, durante i quali l'area verrà occupata dai mezzi navali e dalle relative strumentazioni.

5.4.6.1 Interferenza con il traffico marittimo

L'area oggetto di istanza è situata al largo delle coste calabresi, ad una distanza minima di circa 13 miglia marine da Capo Colonna e risulta essere, come visto nel paragrafo relativo al "traffico marittimo" una zona attraversata da uno scarso numero di rotte nautiche regolari. Questo perché, negli ultimi anni, il traffico merci ha subito un notevole rallentamento a causa della chiusura di importanti complessi industriali in tutta la zona del Crotonese e del settore orientale della Calabria.

La possibile interferenza della campagna di indagine geofisica con il traffico marittimo presente, soprattutto per le considerazioni appena effettuate, risulta essere di scarsa entità, infatti le imbarcazioni che potranno essere presenti, quindi un numero limitato di traghetti ed eventuali pescherecci, saranno avvisati della campagna di acquisizione in essere, dalle Autorità marine competenti. Quest'ultime riceveranno tutti i tipi di informazioni riguardanti il periodo di misura, i settori dell'area in istanza che giornalmente saranno occupati e quindi il programma lavori dell'acquisizione geofisica in generale.

Ad ogni modo, opportuni regolamenti del Codice della Navigazione prevedono 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 metri 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. In merito alla sicurezza della navigazione, le attività di prospezione geofisica e le ricerche scientifiche si possono periodicamente trovare in comunicati dell'Istituto Idrografico della Marina e sul Fascicolo Avvisi ai Naviganti.

5.4.6.2 Interferenza con le attività di pesca

Sono ancora argomento di discussione le eventuali interferenze che potrebbero nascere durante le prospezioni geofisiche legate alla diminuzione del pescato.

Uno studio condotto in Australia durante gli anni 1969 – 1999, indica che la pesca a strascico potrebbe risentire negativamente dell'attività di rilievo geofisico condotta utilizzando l'*air-gun* fino ad 1- 2 chilometri dall'imbarcazione, ma non necessariamente si registrerebbero ripercussioni negative sulle popolazioni ittiche. Altri studi condotti in Norvegia (Slotte et al., 2004) e nel Mar Adriatico (La Bella et al., 1996), mostrano cambiamenti a breve termine nella distribuzione verticale dell'ittiofauna, ma non a livello orizzontale. Alcune specie di pesci tenderebbero a rimanere più in profondità ed a diminuire le densità di aggregazione all'interno dell'area soggetta a prospezione geofisica. Da notare però, che nello studio di La



Bella et al. (1996), non sono state trovate differenze significative nel numero di catture prima e dopo le operazioni di indagine.

Le norme di sicurezza prevedono che navi e imbarcazioni di qualunque genere non impegnate nelle operazioni di prospezione debbano mantenersi ad una distanza di sicurezza dall'unità che effettua i rilievi, la quale normalmente non è inferiore ai 3000 metri dalla poppa della suddetta nave per tutto il settore di 180° a poppavia del traverso della nave stessa. Pertanto sarà interdetta la navigazione lungo le rotte che verranno comunicate alle Autorità marittime competenti.

Da quanto appena riportato, anche considerando in via cautelativa un'interferenza sul numero di pesci presenti entro i 2 chilometri dalla nave che effettua la prospezione geofisica, si può escludere la possibilità di una riduzione del livello del pescato.

L'interferenza legata all'occupazione fisica dello specchio d'acqua è totalmente reversibile, di carattere temporaneo e limitato, dovuta al fatto che si conosceranno a priori le rotte interessate dalla nave geofisica dando modo ai pescatori di poter scegliere quotidianamente aree alternative a quelle interessate dalla rotta della nave di prospezione.

Come riportato nel paragrafo 4.6.5, la flotta calabrese opera principalmente a livello costiero e, in particolare, lo strascico arriva fino ai 700 – 750 metri di profondità mentre l'area oggetto d'interesse si trova a batimetrie oltre i 900 metri di profondità.

Quindi, tenendo conto delle considerazioni fatte sopra sull'*air-gun*, e considerando che l'area interessata dalle attività si trova in zone con batimetria superiore a quella dove viene svolta la pesca a strascico, si può ritenere che un impatto sulle attività di pesca sia trascurabile.

5.4.6.3 Interferenza sul turismo costiero

La localizzazione dell'area in istanza è tale per cui risulta necessario considerare un'eventuale interferenza sulla componente turismo.

Infatti, come visto al paragrafo "impatto sulla componente paesaggio", l'area in oggetto è situata solo per una limitata porzione entro le 16 miglia nautiche dalla costa calabra. A questa distanza, un eventuale turista con altezza media degli occhi di 2 metri, posto sulla linea di costa ed in condizioni di ottima visibilità può percepire la presenza di un'imbarcazione di 40 metri sulla superficie del mare (si ricorda che questa è la condizione peggiorativa in quanto è stata considerata la maggiore delle navi geofisiche esistenti).

Il tratto di costa dal quale esiste la possibilità che la nave compaia all'orizzonte per un limitato periodo di tempo, è quello in corrispondenza di Capo Colonna. L'eventuale interferenza qui generata, sarà quindi circoscritta al periodo in cui la nave geofisica percorrerà le rotte prestabilite nel settore entro la fascia dei 16 chilometri dalla costa.

Si sottolinea che l'impatto visivo generato sarà minimo, dal momento che consisterà semplicemente nella comparsa all'orizzonte della nave di acquisizione, scenario piuttosto comune dal momento che il tratto di mare considerato risulta frequentato da imbarcazioni, alcune delle quali presentano stazza simile a quella della nave geofisica.

L'arrivo e la partenza dei turisti via mare, mediante i traghetti o navi crociera, presso i porti del litorale calabrese ionico, non saranno interessati da eventuali disturbi in quanto l'indagine dell'area in istanza procederà per settori quotidianamente diversi della stessa e comunque già definiti in un calendario consegnato alle rispettive autorità portuali, quindi a disposizione di tutti gli utenti del mare.

5.4.6.4 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

La matrice quantitativa riferita alle eventuali interferenze con la componente contesto socio-economico, redatta in base alle valutazioni effettuate in merito e ai criteri descritti nel paragrafo “Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto” è la seguente:

IMPATTI SUL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	1	1	1
Sensibilità	1	1	1
N. di individui interessati	1	1	1
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	1	1	1
Totale Impatto	6	6	6
Livello	Trascurabile	Trascurabile	Trascurabile

Dall’analisi della stessa si evince che l’impatto risulta essere di minima entità per ogni fase dell’acquisizione dei dati geofisici. Nel complesso, quindi, l’impatto viene contraddistinto come temporaneo, localizzato, totalmente reversibile e mitigabile, quindi trascurabile sia per quanto riguarda il traffico marittimo che per l’attività di pesca e il turismo costiero.

5.4.7 Impatti cumulativi con altri piani e progetti

Di fondamentale importanza in sede di indagine geofisica è la valutazione di eventuali impatti potenzialmente generabili a causa della sovrapposizione o dell’interferenza di più attività geofisiche condotte contemporaneamente nella stessa area o in aree molto vicine tra loro.

Le prospezioni geofisiche multiple sono da evitare in quanto da un lato comportano pericolosi inconvenienti in ambiente marino e dall’altro producono interferenze tali da inficiare la qualità del rilievo geofisico.

Tra gli effetti considerati pericolosi per l’ambiente marino si annoverano l’interruzione delle rotte migratorie ed il disturbo nelle zone di alimentazione frequentate dai cetacei (Gordon et al., 2000).

A tale pericolosità si aggiunge anche una serie di inconvenienti tecnici non trascurabili, poiché l’uso contemporaneo di diverse energizzazioni creerebbe problemi alla propagazione del segnale acustico, generando delle interferenze tra i segnali come effetti di risonanza, amplificazione del rumore ecc., risultando di fatto in un rilievo geofisico non attendibile e, quindi, inutile.

Il potenziale impatto cumulativo con altri tipi di attività antropiche che generano rumore, come ad esempio il traffico navale, la ricerca scientifica o la pesca, risulta di difficile valutazione in quanto ancora poco compreso (ISPRA 2012). Tuttavia, si ritiene che il limite spaziale e temporale delle suddette attività sia tale



da rendere trascurabile la comparsa di eventuali effetti cumulativi (*Irish Department of Communication, Energy and Natural Resources, 2007*).

Nel Golfo di Taranto e nello Ionio settentrionale, in prossimità dell'area in istanza di permesso di ricerca, insistono numerosi titoli minerari, di cui è mostrata una panoramica in Figura 5.9, mentre un riassunto schematico delle aree più vicine, con indicazione di operatore e stato della procedura, è fornito in Tabella 5.11.

Come risulta evidente in figura, l'area in esame confina direttamente soltanto con altre due aree, per le quali è stata fatta istanza di permesso di ricerca a nome dello stesso operatore, cioè Global MED, LLC.

A breve distanza dal lato più occidentale dell'area in oggetto si localizza l'istanza di permesso di ricerca "d 59 F.R.-NP" della Società Northern Petroleum Ltd. In corrispondenza dell'immediato *off-shore* di Crotona, inoltre, sono presenti cinque blocchi in cui sono vigenti concessioni di coltivazione per la produzione perlopiù di gas naturale, a nome Ionica Gas S.p.A., a cui se ne aggiunge uno al largo di Cirò Marina (KR) intestato ad Eni S.p.A., attualmente soggetto a rinuncia da parte dell'operatore.

A poche miglia a nord, all'interno del Golfo di Taranto, si localizza l'area in istanza di permesso di ricerca "d 92 F.R.-EN" presentata da Enel Longanesi Developments, mentre altre tre aree a nome Global MED per le quali è stata fatta istanza di permesso di ricerca (di cui una in concorrenza con Petroceltic Italia-Edison), sempre nella zona marina F, si localizzano nell'*off-shore* pugliese al largo di Santa Maria di Leuca a circa 34 miglia nautiche ad est dell'area oggetto del presente studio di impatto ambientale.

A circa 11 miglia nautiche a nord dell'area in istanza, inoltre, è presente un'area in istanza di prospezione a nome Schlumberger Italiana S.p.A., la "d 3 F.P.-SC", attualmente in fase di Istruttoria pre-CIRM (indicata con perimetro rosa tratteggiato in Figura 5.9); all'interno di quest'area, qualora venga rilasciato il titolo minerario per la quale è stata fatta istanza, sarà condotta un'indagine geofisica 3D. Si tratta di un'area comunque lontana dalla "d 85 F.R.-GM", e per la quale ovviamente non è stata ancora intrapresa nessun tipo di attività di acquisizione geofisica.

Il permesso di ricerca per il quale la società proponente ha presentato istanza è un titolo minerario esclusivo. Di conseguenza, non è possibile che nella medesima area vengano rilasciati più permessi di ricerca: l'attività di esplorazione nell'area in istanza sarà dunque prerogativa, in caso di assegnazione del titolo minerario, della sola società Global MED.

Una volta ottenuta l'autorizzazione per l'attività di esplorazione, la Società proponente condurrà una campagna di rilievo geofisico secondo le modalità, le tecniche e le tempistiche previste nel programma dei lavori, avendo cura di organizzare la campagna di acquisizione in modo da non sovrapporsi con le attività svolte in aree limitrofe.

E' importante sottolineare che l'area in istanza fa parte di un gruppo di tre blocchi contigui fra loro, per i quali è stata presentata istanza di permesso di ricerca da parte della stessa società, ossia la Global MED. In quanto intestati alla stessa compagnia, si esclude categoricamente che tali blocchi possano essere in futuro interessati da attività di rilievo geofisico in sovrapposizione; al contrario, la vicinanza e la co-intestazione dei titoli, consentirebbero la pianificazione di campagne di acquisizione comuni e l'adozione di soluzioni logistiche unitarie per ridurre gli impatti nelle varie aree, ottimizzando al contempo la qualità del rilievo.

Per le attività di rilievo geofisico è previsto infatti l'utilizzo di un'unica nave di acquisizione geofisica e quindi di una sola sorgente acustica. E' dunque da escludersi ogni sovrapposizione di effetti dovuta alla generazione contemporanea di più segnali acustici nelle aree contigue "d 85 F.R.-GM", "d 86 F.R.-GM" e "d 87 F.R.-GM".

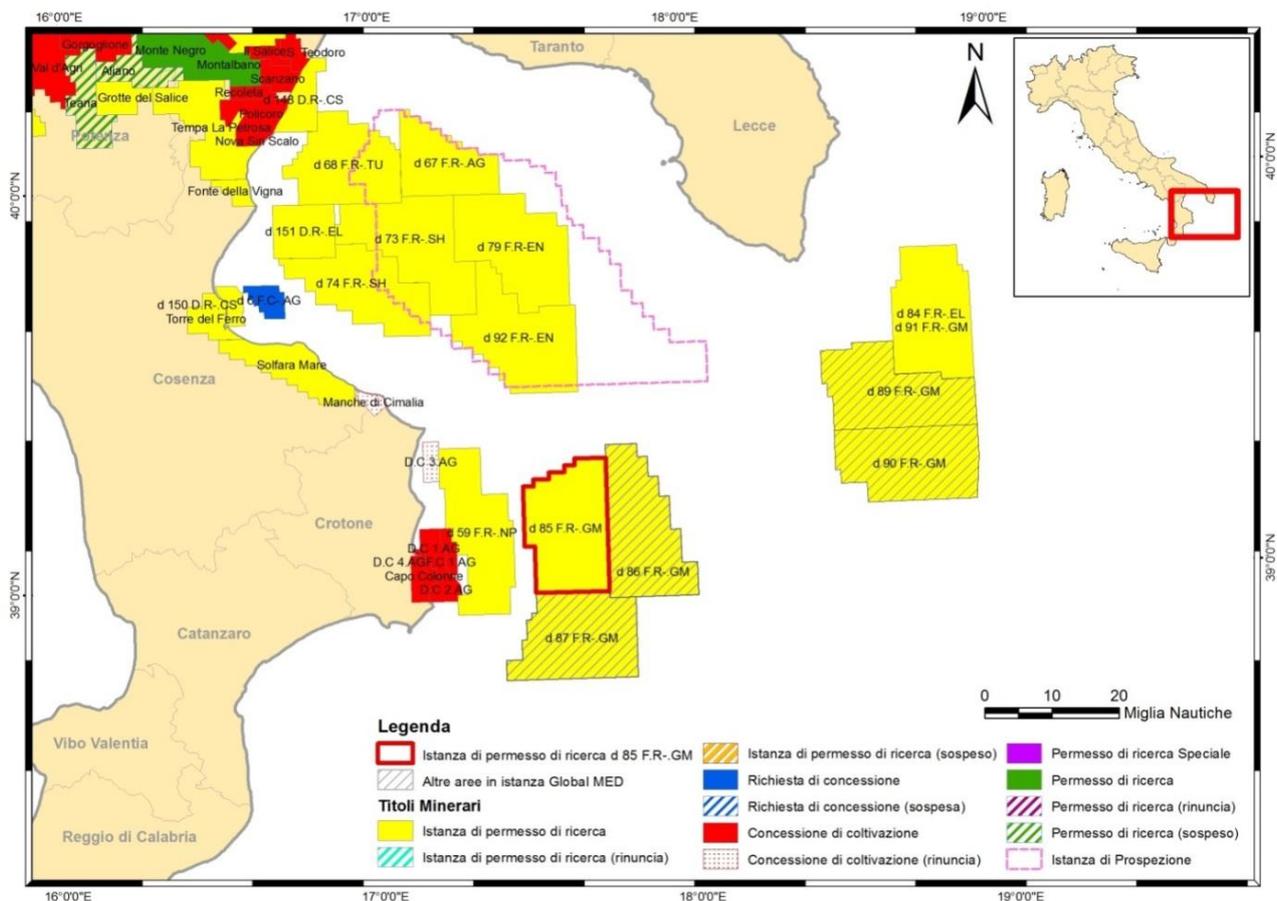


Figura 5.9 – Mappa del Golfo di Taranto e del mar Ionio settentrionale con indicazione delle aree su cui insistono titoli minerari vigenti suddivisi per tipologia e per stato. L’area in esame è indicata dal perimetro rosso, mentre le altre aree in istanza di permesso di ricerca intestate a Global MED sono indicate con il retino tratteggiato in grigio (fonte dei dati: unmig.sviluppoeconomico.gov.it)

Nome	Operatore/i	Tipo di titolo	Conferimento	Stato	Distanza
d 86 F.R.-GM	Global MED, LLC	Istanza di permesso di ricerca in mare	-	Istruttoria pre-CIRM	Adiacente
d 87 F.R.-GM	Global MED, LLC	Istanza di permesso di ricerca in mare	-	Istruttoria pre-CIRM	Adiacente
d 59 F.R.-NP	Northern Petroleum Ltd.	Istanza di permesso di ricerca in mare	-	In corso valutazione VIA	1,6 MN
d 92 F.R.-EN	Enel Longanesi Developments S.r.l.	Istanza di permesso di ricerca in mare	-	Istruttoria pre-CIRM	10 MN
F.C 1.AG	Ionica Gas S.p.A.	Concessione di coltivazione	23/01/1989	Concessione non produttiva	10 MN
D.C 1.AG	Ionica Gas S.p.A.	Concessione di coltivazione	07/07/1973	Produzione di gas naturale e gasolina	11,6 MN



D.C 2.AG	Ionica Gas S.p.A.	Concessione di coltivazione	24/07/1978	Produzione di gas naturale	11 MN
D.C 3.AG	Eni S.p.A.	Concessione di coltivazione	16/12/1980	Non produttiva, in rinuncia	12,5 MN
D.C 4.AG	Ionica Gas S.p.A.	Concessione di coltivazione	13/09/1982	Produzione di gas naturale	14,8 MN
Capo Colonne	Ionica Gas S.p.A.	Concessione di coltivazione (in terraferma)	03/09/1977	Produzione di gas naturale	13,7 MN
d 3 F.P.-SC	Schlumberger Italiana S.p.A.	Istanza di permesso di prospezione	-	Istruttoria pre-CIRM	11 MN

Tabella 5.11 - Titoli minerari presenti nello Ionio Settentrionale nelle vicinanze del blocco "d 85 F.R.-GM", con indicazione della distanza in miglia nautiche dall'area in esame (fonte dei dati: unmig.sviluppoeconomico.gov.it)

Generalmente, la probabilità che avvenga la sovrapposizione di attività di indagine geofisica in aree adiacenti è comunque piuttosto remota, dal momento che ogni titolo minerario segue un proprio iter caratterizzato da specifiche tempistiche, diverse da area ad area, e che la durata del rilievo solitamente non supera i pochi mesi.

In ogni caso, per scongiurare le rare possibilità di contemporaneità dei lavori, sarà premura della Società proponente mantenere una costante comunicazione con le Capitanerie di Porto, con le Amministrazioni coinvolte e con i soggetti interessati, fornendo agli organi competenti un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone interessate, ed informandosi sull'eventuale presenza di attività di rilievo geofisico in aree limitrofe in modo da evitare la simultaneità delle operazioni di indagine e quindi l'impatto ambientale cumulativo che da queste deriverebbe.

6 MITIGAZIONI

In questo capitolo verranno elencate tutte quelle operazioni utili alla mitigazione degli impatti legati all'attività di acquisizione geofisica sin qui individuati, descritti e valutati.

L'aspetto ambientale tenuto in maggiore considerazione è quello legato alla fauna marina sensibile potenzialmente presente nell'area in istanza, oltre che alle eventuali interferenze arrecate all'attività ittica. Le procedure operative e le strumentazioni adottate che verranno successivamente descritte, saranno relative principalmente alla tutela dei cetacei e delle tartarughe e alla salvaguardia delle attività di pesca.

Le mitigazioni proposte si basano sulle linee guida maggiormente riconosciute a livello internazionale e nazionale, descritte nel "Quadro di riferimento programmatico" (Capitolo 2).

6.1 Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina

Con lo scopo di minimizzare le possibili interferenze con la fauna marina, sono di seguito elencati dei possibili accorgimenti che verranno impiegati prima, durante e dopo la fase di acquisizione geofisica.

Gli animali più sensibili probabilmente presenti nell'area in istanza, sono i cetacei e gran parte delle mitigazioni degli eventuali impatti provocati dall'attività geofisica in mare si basa sulla loro tutela; ad esempio, a bordo della nave di acquisizione verrà impiegato del personale tecnico altamente specializzato, riassunto in Tabella 6.1.

Figure tecniche specializzate	Compiti
MMO <i>(Marine Mammal Observers)</i>	Sono letteralmente degli "osservatori di mammiferi marini" e sono gli addetti all'avvistamento dei cetacei, mammiferi e altre specie marine sensibili. Hanno il compito non solo di individuarli ma anche di tenerli monitorati in tutta l'area in istanza. Inoltre, dovranno garantire che l'indagine geofisica venga condotta in conformità con quanto indicato dalle linee guida, per ridurre al minimo le lesioni e disturbo ai mammiferi marini.*
Tecnici PAM <i>(Passive Acoustic Monitoring)</i>	Con PAM si intende il "monitoraggio acustico passivo", metodo in grado di rilevare la presenza di mammiferi marini in immersione, nella giornate di scarsa visibilità o nelle ore notturne per mezzo di una ricerca acustica. La tecnologia PAM è composta da idrofoni che vengono posizionati nella colonna d'acqua, grazie ai quali i suoni vengono processati utilizzando un apposito programma in grado di rilevare e analizzare gli impulsi ultrasonici emessi dai delfini e focene, così come la bassa frequenza (20Hz-96Hz) dei vocalizzi dei cetacei.*
* Si ricorda che ogni tipo di operazione verrà effettuata come da indicazioni del JNCC (<i>Joint Nature Conservation Committee</i>), la linea guida ufficiale per la minimizzazione degli impatti sui mammiferi.	

Tabella 6.1 – Descrizione dei compiti del personale specializzato per la tutela dei cetacei impiegato a bordo della nave

Il ruolo di osservatore MMO e di tecnico PAM richiede una formazione specifica in un organismo riconosciuto ufficialmente. Per il seguente progetto saranno impiegati tecnici altamente specializzati e con esperienza pluriennale, aventi le giuste competenze per ricoprire la funzione. Prima della fase di acquisizione, quindi di pre-mobilizzazione della nave geofisica, presenzieranno alle riunioni per discutere relativamente alle modalità di lavoro ed eventualmente esprimere consigli su come procedere.

Le ulteriori misure di mitigazione che saranno adottate si riferiscono ad un'area chiamata "Zona di Esclusione" (ZE), avente un raggio pari a 500 metri dal centro dell'array dell'air-gun. In quest'area è massimo il livello di esposizione per i mammiferi marini, quindi se presenti all'interno della stessa, o se altre



specie sensibili lo saranno, l'attività geofisica verrà posticipata fino a 20 minuti successivi al loro allontanamento.

Prima dell'inizio dell'acquisizione i tecnici MMO a bordo della nave avranno un tempo stabilito di 30 minuti per effettuare il monitoraggio visivo e determinare se all'interno della zona di esclusione saranno presenti dei mammiferi marini. Nel caso dell'area in istanza, che si trova a profondità superiori ai 200 metri, questo intervallo di tempo verrà raddoppiato, quindi si raggiungeranno i 60 minuti durante i quali gli osservatori MMO controlleranno se saranno presenti anche ulteriori specie, quelle note per compiere delle immersioni più lunghe e prolungate come gli zifidi e il capodoglio.

Viene inoltre adottata una particolare strumentazione tecnica, nominata *soft start*, in grado di aumentare gradualmente l'intensità di lavoro necessaria agli *air-gun*, occupando un tempo pari a 20 minuti. Ogni qualvolta l'attività di acquisizione dei dati dovesse arrestarsi per almeno 10 minuti, l'operazione *soft-start* dovrà essere nuovamente ripetuta. Si ricorda che verranno utilizzati i livelli di potenza più bassi possibile, per ridurre eventuali interferenze con la fauna presente.

L'eventuale avvistamento dei cetacei o mammiferi marini sensibili, all'interno della zona di esclusione (intorno di 500 metri dall'*air-gun*), farà arrestare l'attività geofisica e la posticiperà fino a 20 minuti dall'allontanamento degli animali.

Ad ogni avvistamento i tecnici presenti dovranno compilare un rapporto (*report post-survey*) che rimarrà a disposizione degli organismi competenti quali, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e l'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare).

I dati che dovranno essere presenti nel rapporto sono: la data e la localizzazione dell'avvistamento, la tipologia ed il numero totale di *air-gun*, nonché i valori specifici relativi alla frequenza, intensità, tempi della misura eseguita, numero e tipo delle imbarcazioni impiegate, registrazione di utilizzo dell'*air-gun* (il numero di *soft-start* e le osservazioni prima dell'inizio delle operazioni di rilievo), il numero di mammiferi avvistati (per mezzo della compilazione di una scheda standard) e note di ogni osservatore presente a bordo.

6.2 Mitigazioni atte ad evitare l'intrappolamento di tartarughe

La strumentazione atta alla misura dei profili geofisici è provvista, alla fine di ogni cavo sismico, di una boa di coda. Tale boa di coda potrebbe portare all'intrappolamento delle tartarughe marine e, come visto al paragrafo relativo all'impatto sulla componente flora, fauna ed ecosistemi, si tratterebbe dell'unico impatto elevato (medio livello) previsto.

A tutela delle tartarughe marine eventualmente presenti nell'area oggetto del rilievo verrà posta in essere una misura di mitigazione ambientale onde evitare l'intrappolamento accidentale delle stesse nelle apparecchiature di rilievo geofisico.

Nel dettaglio la boa di coda rappresenta un galleggiante fissato all'estremità di ogni cavo sismico, utilizzato ai fini del costante controllo dell'ubicazione dei cavi in acqua, grazie ad appositi riflettori radar e GPS (*Global Positioning System*; Figura 6.1).

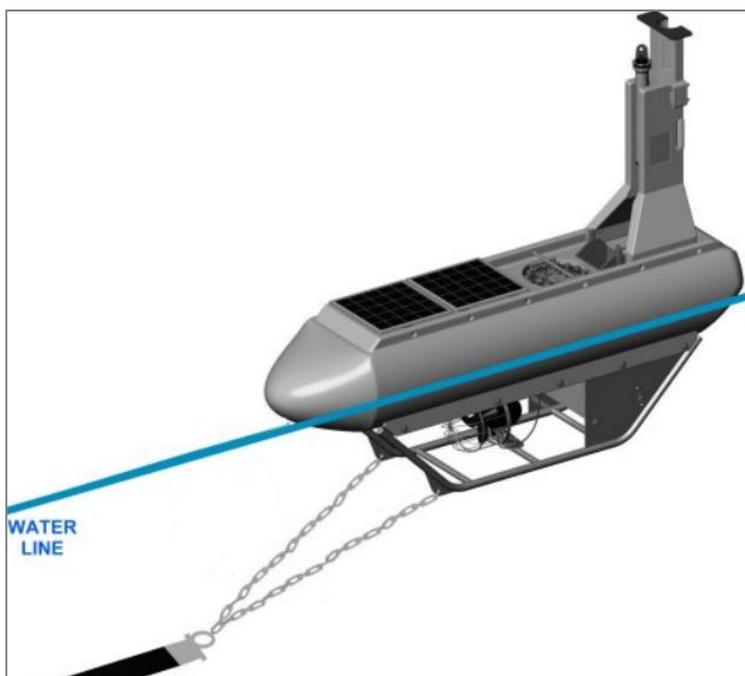


Figura 6.1 – Esempio di una delle boe di coda presenti nella strumentazione utilizzata al fine della fase di acquisizione dei dati geofisici in mare (fonte: www.ketosecology.co.uk)

Per eliminare il rischio di intrappolamento e mortalità delle tartarughe è prevista l'applicazione di barre metalliche alla struttura sostenente la boa, come visibile in Figura 6.2.

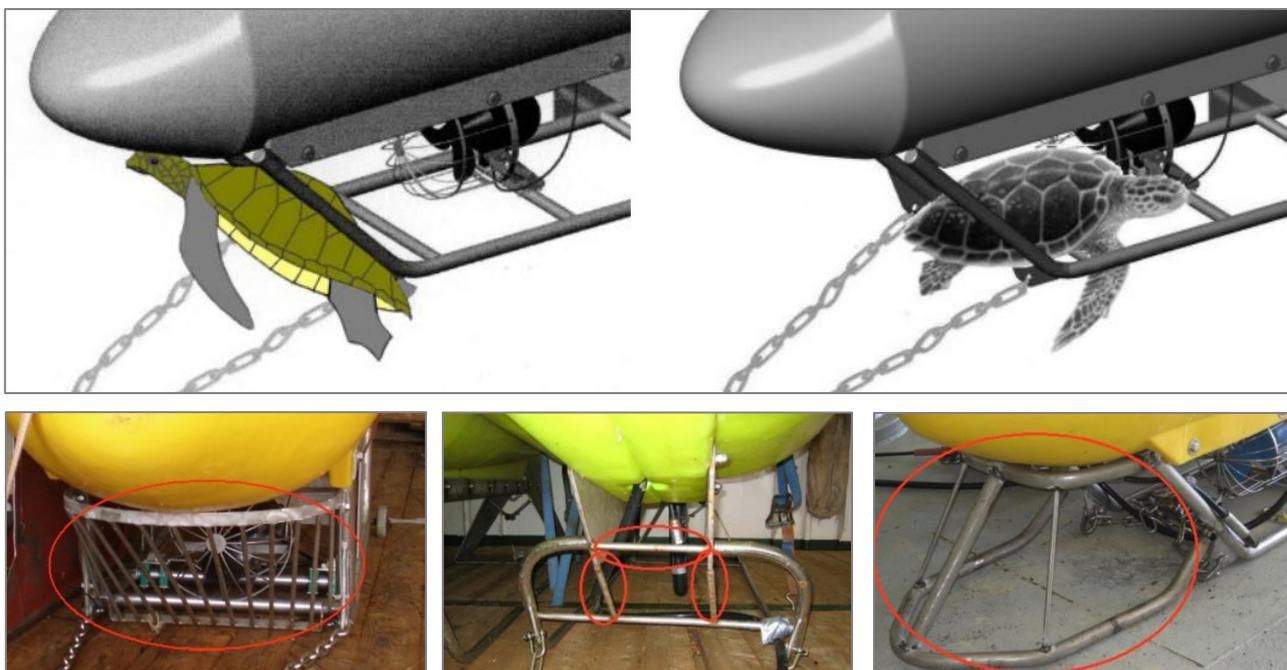


Figura 6.2 – Sopra: possibili posizioni in cui le tartarughe possono essere soggette ad intrappolamento; sotto: le barre metalliche (evidenziate dal cerchio in rosso) studiate appositamente per non far oltrepassare i corpi delle tartarughe ed eventualmente per scostarle dalla rotta della boa di coda (fonte: www.ketosecology.co.uk)

Grazie a questo accorgimento si recepiscono le direttive presentate nello studio “*Reducing the fatal entrapment of marine turtles in towed seismic survey equipment*”, pubblicato nel 2007 e successivamente aggiornato (2009) dalla società inglese Ketos Ecology (www.ketosecology.co.uk/Turtle-Guards).

6.3 Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca

Al fine di minimizzare le interferenze sull'attività ittica dovute all'attività di prospezione geofisica, verranno adottate una serie di misure di mitigazione per la salvaguardia dell'attività di pesca.

Come descritto nel presente lavoro, l'attività di prospezione geofisica è di carattere temporaneo e mobile, in quanto la strumentazione utilizzata viene normalmente montata sulla nave di acquisizione, la quale si sposterà, così da ricoprire l'intero specchio d'acqua interessato.

Le misure di mitigazione adottate prevedono:

- la localizzazione dell'attività di prospezione geofisica mediante la suddivisione dell'area di indagine secondo una griglia composta da maglie. In questo modo la stessa verrà effettuata in un contorno ristretto, occupando di volta in volta una sola maglia e non l'intera area in istanza;
- la programmazione delle aree e soprattutto delle rotte riferite ad ogni specifica maglia (viste al punto precedente);
- la pubblicazione di un calendario settimanale utile ai pescatori; sarà cura del proponente elaborare un calendario poco prima dell'inizio lavori con le operazioni che verranno svolte e le relative aree interessate dall'attività. Questo sarà fornito alle Capitanerie di Porto aventi giurisdizione sulla zona oggetto di indagine.

Per mezzo dell'attuazione di queste misure, l'attività di pesca risulterà essere poco compromessa, visto che l'occupazione dello specchio d'acqua si dimostrerà minima e la programmazione delle aree interessate dall'attività di prospezione geofisica avverrà in modo efficace e preciso. I pescatori potranno conoscere con anticipo quali saranno le rotte seguite quotidianamente dalla nave di acquisizione.

Il periodo in cui le attività di rilievo geofisico saranno svolte non coinciderà con quello delle attività di riproduzione della maggioranza delle specie ittiche di interesse commerciale, così da evitare eventuali interferenze sui cicli biologici, tali da provocare una perdita economica in termini di pescato.

6.4 Mitigazioni atte alla prevenzione di potenziali incidenti in mare

In questo paragrafo saranno esplicitate tutte le misure di mitigazione atte a far fronte ai potenziali incidenti che potrebbero accadere in mare.

Con il termine "incidente" si intende un evento o una circostanza pericolosa che comporta un impatto notevole sulle persone, sull'ambiente, sulle proprietà ossia sui mezzi impiegati.

Una prima misura di prevenzione è data dall'elaborazione di un Piano di Gestione delle Emergenze (vedi Allegato 7) sviluppato da Global MED, nel quale sono appunto presenti l'organizzazione e la gestione delle stesse. Sono esplicitati quindi i ruoli e le responsabilità del personale, sia al comando che di supporto.

Il Piano di Emergenza in oggetto verrà presentato alle Autorità competenti, che saranno inoltre immediatamente informate riguardo a qualsiasi stato di emergenza significativa, quale un incendio a bordo dei mezzi utilizzati, una fuoriuscita di petrolio, gravi danni sulla persona, la relativa scomparsa o il decesso e quindi qualsiasi minaccia per la sicurezza del personale di bordo oltre che dell'imbarcazione.

In merito allo sversamento di carburante in mare, magari a causa di un'eventuale collisione con altri mezzi od ostacoli, vengono proposte diverse misure di mitigazione.

Se lo sversamento in acqua risulta essere di piccole quantità di idrocarburo, l'impatto nell'ambiente marino risulterebbe essere di lieve entità, in quanto, come descritto per gli "scarichi di reflui in mare", la colonna d'acqua è tale per cui gli stessi vengono diluiti.



Prendendo in considerazione invece il rischio potenziale di collisione con conseguente sversamento di grandi quantità di carburante in acqua, diverse sono le mitigazioni proposte:

- tenere monitorata la navigazione marittima e applicare delle opportune misure di comunicazione tra le varie imbarcazioni presenti nell'area in oggetto di istanza e nell'immediato intorno, al fine di salvarle dal rischio di collisione o di incaglio;
- rispettare severe procedure di rifornimento in modo da non disturbare le componenti sensibili presenti nell'area oggetto di istanza;
- impiegare le navi di supporto per prevenire le interferenze con altri mezzi in mare oppure con ostacoli fisici eventualmente presenti;
- predisporre la presenza a bordo della nave di acquisizione del piano SOPEP, "*Shipboard Oil Pollution Emergency Plan*";
- prevedere la presenza di personale qualificato in merito alla fuoriuscita di carburante in ambiente marino.

Il piano "SOPEP" a cui si fa riferimento nell'elenco sovrastante, è un piano di emergenza elaborato per la prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi in mare. E' obbligatorio per tutte le navi di stazza superiore alle 400 GT e le petroliere oltre le 150 GT (ove per GT si intende *Gross Tonnage*, ossia la stazza lorda, che comprende tutti quei volumi interni della nave, non utilizzabili per scopi commerciali).

In questo piano sono presenti tutti i potenziali scenari di fuoriuscita di petrolio con le relative operazioni da svolgere in caso di emergenza e l'insieme delle informazioni necessarie riguardo a chi contattare in caso tali incidenti si verificassero. Saranno presenti infatti gli elenchi dei contatti presenti lungo la costa, quali i Porti e le Capitanerie di Porto oltre che quelli relativi alle navi di interesse.

Il SOPEP contiene:

- un piano d'azione con le istruzioni che i membri dell'equipaggio (compresi il comandante e gli ufficiali) dovranno eseguire in caso di fuoriuscita di petrolio dalla nave;
- un piano di emergenza con passi e procedure per contenere lo scarico in mare utilizzando le attrezzature SOPEP;
- informazioni generali sulla nave;
- procedure di scarico dell'olio in mare in modo conforme ai regolamenti MARPOL;
- progetto degli impianti, serbatoi e delle tubature attraverso i quali passa il carburante;
- localizzazione delle scatole SOPEP (contenenti attrezzature antinquinamento, quali rulli di apposita carta assorbente, piccole pale, secchi vuoti di 200 litri di capacità, guanti protettivi in PVC e sacchi per lo smaltimento).

Il piano è redatto in conformità alle linee guida dettate dall'Organizzazione Marittima Internazionale (IMO), di cui l'Italia è paese membro (www.imo.org).

7 BIBLIOGRAFIA

- AA. – 2010. Metodologie di campionamento e di studio del plancton marino. Socal G, Buttino I, Cabrini M, Mangoni O, Penna A, Totti C (ed). ISPRA-SIBM, Roma, Manuali e Linee guida 56/2010
- Abelló P., Abella A., Adamidou A., Jukic-Peladic S., Maiorano P., Spedicato M. T. (2002) Geographical patterns in abundance and population structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts, *Scientia Marina*, 66 (Suppl. 2), 125-141.
- AGIP (1977) – Temperature sotterranee. Brugora (ed.), Segrate, Milano, 1930 pp.
- Alvarez W., (1976) – A former continuation of the Alps. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 87: 891-896.
- Amodio Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin-Lorenzoni E. & Zuppetta A., (1976) – L'Arco Calabro-peloritano nell'orogene appenninico-maghrebide. *Mem. Soc. Geol. It.*, 17: 1-60
- Andriguetto-Filho J. M., Ostrenskya A., Pieb M. R., Silvac U.A., Boeger W. A. – 2005. Evaluating the impact of seismic prospecting on artisanal shrimp fisheries. *Continental Shelf Research* 25: 1720–1727.
- Arcangeli A., Marini L., Crosti R. – 2012. Changes in cetacean presence, relative abundance and distribution over 20 years along a trans-regional fixed line transect in the Central Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology*
- Azov, Y. – 1986. Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levant Basin (Mediterranean). *J. Plankton Res.*, 8: 41-53.
- Balestri E. - 2004. Flowering of seagrass *Posidonia oceanica* in a north-western Mediterranean area: temporal and spatial variations. *Mar. Bio.*, 145 : 61-68.
- Balestri E., Cinelli F. - 2003. Sexual reproductive success in *Posidonia oceanica*. *Aquat. Bot.*, 75 : 21-32.
- Balestri E., Vallerini F. - 2003. Interannual variability in flowering of *Posidonia oceanica* in the north-western Mediterranean sea, and relationships among shoot age and flowering. *Bot. Mar.*, 46 : 525-530.
- Banner A., Hyatt M. – 1973. Effects of noise on eggs and larvae of two estuarine fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* 1, 134–136.
- Bearzi G., Fortuna C.M., Reeves R.R. – 2009. Ecology, behaviour and conservation of Common Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* n.39(2): 92-123
- Bearzi G., Holcer D., Notarbartolo di Sciara G. – 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater* n.14: 363-379
- Bearzi G., Reeves R.R., Notarbartolo di Sciara G., Politi E., Cañadas A., Frantzis A., Mussi B. – 2003. Ecology, status and conservation of Short-beaked Common Dolphins (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* n.33(34): 224-252
- Ben Avraham Z. & Nur A., (1982) – The emplacement of ophiolites by Collision. *J. Geoph. Res.*, 87: 3861-67.
- Berman T., Townsend D. W., El-Sayed S. Z., Trees C. C., Azov Y. – 1984. Optical transparency, chlorophyll and primary productivity in the Eastern Mediterranean near the Israeli coast. *Oceanol. Acta*, 7: 367-372.
- Boeger W. A., Pie M. R., Ostrensky A., Cardoso M. F. – 2006. The effect of exposure to seismic prospecting on coral reef fishes. *Brazilian Journal of Oceanography* 54, 235–239.
- Bonardi G., Amore F.O., Ciampo G., Miconnet P. & Perrone V., (1988) – Il Complesso Liguride Auct.: stato delle conoscenze e problemi aperti sulla sua evoluzione pre-appenninica ed i suoi rapporti con l'Arco Calabro. *Mem. Soc. Geol. It.*, 41: 17-35.
- Booman C., Dalen H., Heivestad H., Levsen A., van der Meeren T., Toklum K. – 1996. Effekter av luftkanonskyting på egg, larver og ynell. *Undersekkelser ved Hauforskningstittuttet ogtoclgisk Laboratorium, Universitet; Bergen. Fisker og Havet*, 3.
- Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M.(Eds). - 2004. European seagrass: an introduction to monitoring and management. EU project Monitoring and Management of European Seagrass Beds (Publ.), 88 ISBN: 87-89143-21-3.
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A. - 1990. Live *Posidonia oceanica* in a coraligenous algal bank at Sulana bay,



- Corsica. In: Doumenge F. (Ed.), *Rapport de la Commission Internationale pour l'Exportation Scientifique de la mer Méditerranée*, Perpignan, 32 : 11
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A. - 1990. Live *Posidonia oceanica* in a coralligenous algal bank at Sulana bay, Corsica. In: *Doumenge F. (Ed.), Rapport de la Commission Internationale pour l'Exportation Scientifique de la mer Méditerranée*, Perpignan, 32 : 11
- Brunet C., Casotti R., Vantrepotte V., Conversano F. – 2007. Vertical variability and diel dynamics of picophytoplankton in the Strait of Sicily, Mediterranean Sea, in summer. *Mar. Ecol.-Prog. Ser.*, 346, 15–26
- Buia M.C., Mazzella L. - 1991. Reproductive phenology of Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers and *Zostera noltii* Hornem. *Aquat. Bot.*, 40 : 343-362.
- Caffio F. (2006): *Glossario di Diritto del Mare*, Rivista Marittima 2006
- Caffio F.; Carnimeo N.; Leandro A. (2013) *Elementi di diritto e geopolitica degli spazi marittimi*. Cacucci Editore Sas, 2013.
- Cagnarolo L., Notarbartolo di Sciarra G., Podestà M. – 1993. Profilo della cetofauna nei mari Italiani. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina XXII*: 101-114
- Caldwell J., Dragoset W., (2000). A brief overview of seismic *air-gun arrays*. *The Leading Edge*, 19, 898-902.
- Cambiè G., Sánchez-Carnero N., Mingozi T., Muiño R., Freire J. – 2013. Identifying and mapping local bycatch hotspots of loggerhead sea turtles using a GIS-based method: Implications for conservation. *Marine Biology* n.160: 653-665
- Canese S., Cardinali A., Fortuna C.M., Giusti M., Lauriano G., Salvati E., Greco S. – 2006. The first identified winter feeding ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass.* n.86: 903-907
- Carlson, T., Hastings, M., and Popper, A. - 2007. Update on recommendations for revised interim sound exposure criteria for fish during pile driving activities, Memo to Suzanne Theiss, California Department of Transportation and Paul Wagner, Washington Department of Transportation Caltrans
- Carminati E., Doglioni C., (2004) - *Mediterranean Tectonics*, In: *Encyclopedia of Geology*, Elsevier, pp. 135-146.
- Casale P, Margaritoulis D. – 2010. *Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities*. IUCN, Gland, Switzerland
- Casale P., Nicolosi P., Freggi D., Turchetto M., Argano R., - 2003. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Italy and in the Mediterranean basin. *Herpetological Journal*, 13: 135-139.
- Casotti R., Landolfi A., Brunet C., D’Ortenzio F., Mangoni O., Ribera d’Alcalà M., Denis, M. – 2003. Composition and dynamics of the phytoplankton of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *J. Geophys. Res.*, 108, 8116, doi:10.1029/2002JC001541
- Castellote, M., Clark, C.W., Colmenares, F., Esteban, J.A. – 2009. Mediterranean fin whale migration movements altered by seismic exploration noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 125:2519
- Catalano S., Monaco C., Tortorici L., Paltrinieri W. & Steel N., (2004) – Neogene-Quaternary tectonic evolution of the Southern Apennines. *Tectonics*, 23: TC2003, doi: 10.1029/2003TC001512.
- Catalano, R., Di Stefano, P., Sulli, A., Vitale, F.P., 1996. Paleogeography and structure of the central Mediterranean: Sicily and its offshore area. *Tectonophysics* 260, 291–323.
- Cau A., Carbonell A., Cristina Follesa M., Mannini A., Norrito G., Orsi-Relini L., Politou C., Ragonese S., Rinelli P. – 2002. MEDITS – based information on the deep water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* e *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae). *SCI.MAR.* 66 (Suppl.2): 103 – 124
- Cello G., Invernizzi C. & Mazzoli S., (1996) – Structural signature of tectonic processes in the Calabrian Arc, southern Italy: evidence from the oceanic-derived Diamante-Terranova unit. *Tectonics*, 15 (1): 187-200.
- Channell J.E.T., D’Argenio B., Horvath F., (1979), *Adria, the African Promontory*, in *Mesozoic Mediterranean Paleogeography*, *Earth Science Reviews*, vol. 15, pp. 213-292.
- Christian J.R., Mathieu A., Thomson D. H., White D., Buchanan R.A. – 2003. Effect of Seismic Energy on Snow Crab (*Chionoecetes opilio*). *Environmental Research Funds Report No. 144*. Calgary. 106 p.
- Cohen D.M., Inada T., Iwamoto T., Scialabba N. – 1990. *FAO species catalogue. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes)*. An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and others gadiform fishes



- known to date. *FAO Fish. Synop.* 125 (10): 1-442
- Critelli S. & Monaco C., (1993) – Depositi vulcanoclastici nell’Unità del Flysch calabro-lucano (Complesso Liguride, Appennino Meridionale). *Boll. Soc. Geol. It.*, 112: 121-132.
- Critelli S., (1991) – Evoluzione delle mode detritiche delle successioni arenitiche terziarie dell’Appennino meridionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 47: 55-93.
- D’onghia G., Maiorano P., Sion L., Mastrototaro F., Tursi A. – 2004. “L’ambiente batiale in Mediterraneo: osservazioni sulla distribuzione, diversità e biologia della megafauna”. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia 4-6 Ottobre 2004.
- Dalen J., Ona E., Soldal A. V., Sætre R. – 1996. Seismic investigations at sea; an evaluation of consequences for fish and fisheries. Institute of Marine Research, *Fisken og Havet*, 9: 26
- Desbruyères, D., A. Guille and J. Ramos. – 1972. *Bionomie benthique du plateau continental de la côte Catalane Espagnole.* *Vie Milieu*, 23: 335-363
- Devoti R., F. Riguzzi, M. Cuffaro and C. Doglioni (2008) - New GPS constraints on the kinematics of the Apennines subduction, *Earth Planet. Sci. Lett.* 273, 163-174.
- Dewey, Helman, Turco, Hutton, & Knott, (1989) - Kinematics of the western Mediterranean, Geological Society, London, Special Publications 1989, v. 45, p. 265-283
- DFO. - 2004. Potential Impacts of Seismic Energy on Snow Crab. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Habitat Status Report 2004/003.*
- Di Geronimo, I. – 1974. Molluschi bentonici in sedimenti recenti batiali e abissali dello Jonio. *Conchiglie*, 10: 133-172
- Diaz-Almela E., Marbà N., Alvarez E., Santiago R., Martínez R. - 2008. Patch dynamics of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: implications for recolonization process. *Aquat. Bot.*, 89 : 397-403
- Dickinson W.R. & Seely D.R., (1979) – Structure and stratigraphy of fore-arc regions. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, 63: 2-31.
- Dietrich D. & Scandone P., (1972) – The position of the basic and ultrabasic rocks in the tectonic units of the Southern Apennines. *Atti Accad. Pontaniana, Napoli*, 21: 61-75.
- Dolan J.R., Claustre H., Carlotti F., Plouvenez S., Moutin T. – 2002. Microzooplankton diversity: relationships of tintinnid ciliates with resources, competitors and predators from the Atlantic Coast of Morocco to the Eastern Mediterranean. *Deep-Sea Res. Pt. I*, 49, 1217–1232
- Dolan J.R., Vidussi F., Claustre H. – 1999. Planktonic ciliates in the Mediterranean Sea: longitudinal trends. *Deep-Sea Res. Pt. I*, 46, 2025–2039
- Drouot V., Berube M., Gannier A., Goold J.C., Reid R.J., Palsboll P.J. - 2004. A note on genetic isolation of Mediterranean sperm whales (*Physeter macrocephalus*) suggested by mitochondrial DNA. *Journal of Cetacean Research and Management* 6(1):29-32
- Eng^oas A., Løkkeborg S., Ona E., Soldal A. V. – 1996. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 53, 2238–2249.
- Enger P. S. – 1981. Frequency discrimination in teleosts – central or peripheral? *In Hearing and Sound Communication in Fishes (Tavolga, W. N., Popper, A. N. & Fay, R. R., eds), pp. 243–255. New York, NY: Springer-Verlag.*
- Evans, P.G.H., & Nice, H. - 1996. Review of the effects of underwater sounds generated by seismic survey on cetaceans. Sea Watch Foundation, Oxford
- Finetti I., Lentini F., Carbone S., Catalano S., Del Ben A., (1996) - Il Sistema Appennino Meridionale - Arco Calabro - Sicilia nel Mediterraneo Centrale: Studio Geologico Geofisico. *Boll. Soc. Geol. It.*, 115, 529-559.
- Finetti, I. (2005) - CROP Project: Deep Seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy, *Atlases Geosci.*, vol. 1, Elsevier, New York.
- Finneran J. J., Carder D. A., Schlundt C. E., Ridgway S. H. - 2005. Temporary threshold shift (TTS) in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) exposed to mid-frequency tones. *J. Acoust. Soc. Am.* 118, 2696–2705
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (redacteurs) – 1987. Fiches FAO d’identification des especes pou les besoins de la peche. (Revision 1). *Mediterranee et Mer Noir. Zone de peche* 37. 2. Vertebes. FAO, Rome.



- Forcada J., Notarbartolo di Sciara G., Fabbri F. - 1995. Abundance of fin whales and striped dolphins summering in the Corso-Ligurian basin. *Mammalia* 59(1): 127-140
- Fortuna C.M., Holcer D., Filidei E. jr, Tunesi L. – 2011. Relazione finale del progetto “Valutazione dell’impatto della mortalità causata da attività di pesca su Cetacei e tartarughe marine in Adriatico: primo survey per la stima dell’abbondanza” (Prot. MIPAAF DG PEMAC n. 1690 del 10/02/2010 e al Prot. MATTM DPN n. 27623 del 23/12/2009): 51 + allegati
- Gausland I. – 2000. Impact of seismic surveys on marine life. *The Leading Edge*.
- Gausland I. – 2003. Seismic Survey Impact on Fish and Fisheries. *Stravanger: Norwegian Oil Industry Association*.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1982) - Different styles of deformation in the Calabrian Arc (Southern Italy): implications for a seismotectonic zoning. *Tectonophysics*, 85, 149-165
- Ghisetti F. (1979), Relazioni tra strutture e fasi trascorrenti e distensive lungo I sistemi Messina Fiumefreddo, Tindari-Letojanni, Alia-Malvagna (Sicilia nord-orientale) uno studio microtettonico. *Geol. Romana*, 13,23-58.
- Gisiner, R. C. (1998). Proceedings of the workshop on the effects of anthropogenic noise in the marine environment. Marine Mammal Science Program. Washington, DC: ONR
- Guarnieri P. & Carbone S. 2003– Assetto geologico e lineamenti morfostrutturali dei bacini plio-quadernari del Tirreno Meridionale *Boll. SGI* 122 (2003) fasc. 3, 377-386, 9 ff.
- Guerrera F., Martin-Algarra A. & Perrone V., (1993) – Late Oligocene-Miocene syn-/late-orogenic succession in Western and Central Mediterranean Chains from the Betic Cordillera to the Southern Apennines. *Terra Nova*, 5: 525-544.
- Guille, A. – 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, 21: 149-280
- Haccard D., Lorenz C. & Grandjaquet C., (1972) – Essai sur l’évolution tectogénétique de la liaison Alpes-Apennines (de la Ligurie à la Calabre). *Mem. Soc. Geol. It.*, 11: 309-381.
- Handy, M.R., Schmid, S.m., Bousquet, R., Kissling, E. Bernoulli, D., 2012. Reconciling plate-tectonic reconstructions of Alpine Tethys with the geological-geophysical record of spreading and subduction in the Alps. *Earth-Science Reviews* 102, 121-158.
- Hassel A., Knutsen T., Dalen J., Skaar K, Løkkeborg S., Misund O. A., Østensen Ø., Fonn M., Haugland E. K. - 2004. Influence of seismic shooting on the lesser sandeel (*Ammodytes marinus*). *ICES J. Mar. Sci* 61, 1165–1173.
- Hastings C.M. – 2008. COMING TO TERMS WITH THE EFFECTS OF OCEAN NOISE ON MARINE ANIMALS. *Acoustic Today*, Vol 4 (2): 22 – 33
- Hauser, D.D.W., M. Holst and V.D. Moulton. - 2008. Marine mammal and sea turtle monitoring during Lamont-Doherty Earth Observatory's marine seismic program in the Eastern Tropical Pacific. *LGL Rep*.
- Havskurn H, Riemann B – 1996. Ecological importance of bacterivorous, pigmented flagellates (rhnixotrophs) in the Bay of Aarhus, Denmark. *Mar Ecol Prog Ser*, 137: 251-263
- Herak D., Herak M., Prelogovic E., Markusic S., Markulin Z., (2005) - Jabuka island (Central Adriatic Sea) earthquakes of 2003, *Tectonophysics*, vol. 398, pp. 167-180.
- Herak, D., Herak, M. (1995)., Body-wave velocities in the circum-Adriatic region, *Tectonophysics*, 241, 121-141.
- Hippolyte J.C., Angelier J., Roure F. & Casero P. (1994) – Piggyback basin development and thrust belt evolution: structural and paleostress analyses of the Plio-Quaternary basins in the Southern Apennines. *J. Struct. Geol.*, 16: 159-173.
- Hsu K.J., (1968) – Principles of melanges and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 79, 1063-1074.
- Ignatiades L., Gotsis-Skretas O., Pagou K., Krasakopoulou E. – 2009. Diversification of phytoplankton community structure and related parameters along a large-scale longitudinal east-west transect of the Mediterranean Sea. *J. Plankton Res.*, 31: 411–428
- Ignatiades L., Psarra S., Zervakis V., Pagou K., Souvermezoglou E., Assimakopoulou G., Gotsis-Skretas O. – 2002. Phytoplankton size-based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *J. Mar. Syst.*, 36: 11–28
- Irepa onlus - 2010. “Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia”. Edizioni



scientifiche italiane Napoli, 184

- ISPRA – 2012. Strategia per l’Ambiente Marino: Valutazione iniziale sottoregione Mediterraneo Occidentale. Specie Rettili Marini
- Knott S.D., (1987) – The Liguride Complex of Southern Italy – a Cretaceous to Paleogene accretionary wedge. *Tectonophysics*, 142: 217-226.
- Knott S.D., (1994) – Structure, kinematics and metamorphism in the Liguride Complex, southern Apennines, Italy. *J. Struct. Geol.*, 16: 1120-1207.
- Kostyuchenko L.P. - 1973. Effects of elastic waves generated in marine seismic prospecting of fish eggs in the Black Sea. *Hydrobiol. Jour.* 9 (5): 45-48
- La Bella G., Cannata S., Froglià C., Modica A., Ratti S., Rivas G. - 1996. First assessment of effects of *air-gun* seismic shooting on marine resources in the Central Adriatic Sea. Pages 227-238 in Society of Petroleum Engineers, International Conference on Health, Safety and Environment, New Orleans, Louisiana, 9-12 June.
- Lanfredi, C., Azzellino A., Vismara R. - 2009. Valutazione di impatto ambientale delle prospezioni geosismiche sottomarine – parte II: stima degli impatti ed effetti sugli organismi. *IA Ingegneria Ambientale* vol. XXXVIII n.5 maggio 2009 pp. 251-260
- Lanzafame G., Spadea P. & Tortorici L., (1978) – Provenienza ed evoluzione dei Flysch cretaceo-eocenici della regione calabro-lucana. II: relazioni tra ofioliti e Flysch calabro-lucano. *Ofioliti*, 3: 189-210.
- Lanzafame G., Spadea P. & Tortorici L., (1979) – Mesozoic ophiolites of Northern Calabria and Lucanian Apennine (Southern Italy). *Ofioliti*, 4: 173-182.
- Lascaratos A., Roether W., Nittis K., & Klein B. – 1999. Recent changes in deep water formation and spreading in the eastern Mediterranean Sea: a review. *Progress in oceanography*, 44(1), 5-36
- Lauriano G., Panigada S., Fortuna C.M., Holcer D., Filidei E. jr, Pierantonio N., Donovan G. – 2011. Monitoring density and abundance of cetaceans in the seas around Italy through aerial survey: a contribution to conservation and the future ACCOBAMS Survey. *International Whaling Commission* n.SC/63/SM6
- Ledoyer, M. – 1969. Aperçu sur la faune vagile de quelques biotopes de substrat dur de Méditerranée orientale comparaison avec les mêmes biotopes en Méditerranée occidentale. *Tethys*, 1: 281-290.
- Lenhardt, M. (2002). Sea turtle auditory behavior. *J. Acoust. Soc. Amer.* 112(5, Pt. 2):2314 (Abstract)
- Lentini F., Carbone S. & Catalano S. (1994) - Main structural domains of the central Mediterranean region and their Neogene tectonic evolution. *Boll. Geofis. Teor. ed Appl.*, Vol. XXXVI, N. 141-144.
- Lynn D., Small E. – 2000. Phylum Ciliophora, in: *An Illustrated Guide to the Protozoa*. Society of protozoologists, 371–656, Allen Press Inc., Kansas, USA
- MacLeod, C. D., & D’Amico, A.. (2006). A review of beaked whale behaviour and ecology in relation to assessing and mitigating impacts of anthropogenic noise. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7(3), 211-221.
- Maiorano P., Sion L., Carlucci R., Capezzuto F., Giove A., Costantino G., Panza M., D’Onghia G., Tursi A. – 2010. “The demersal faunal assemblage of the north – western Ionian Sea (central Mediterranean): current knowledge and perspectives”. *Chemistry and Ecology* (26), Suppl.: 219 – 240
- Malme, C.I., Miles, P.I., Clark, C.W., Tyack, P. and Bird, J.E. - 1984. Investigations of the potential effects of underwater noise from petroleum industry activities on migrating gray whale behavior Phase 2: January 1984 migration. Final Report No. 5586 report prepared by Bolt, Beranek and Newman Inc., Cambridge, MA for the US Minerals Management Service, Anchorage, AK. BBN, Inc. NTIS PB-86-218377. 297
- Marbà N., Duarte C.M. - 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series*, 107: 307-11.
- Marbà N., Gallegos M.E., Merino M., Duarte C.M. - 1994a. Vertical growth of *Thalassia testudinum*: seasonal and interannual variability. *Aquatic Botany*, 47: 1-11.
- Marcucci M., Conti M. & Spadea P., (1987) – Radiolarian association in cherts from Timpa delle Murge (Lucanian Apennine, Italy). *Ofioliti*, 12: 411-414.
- Marine Mammal Commission (MMC) - 2007. Marine mammals and noise/a sound approach to research and management. A Report to Congress from the Marine Mammal Commission, March 2007, 358 pp.



- Mavromatidis, A. 2009. Review of hydrocarbon prospectivity in the Ionian Basin, Western Greece. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 31, 619–632.
- McCauley R. D., Fewtrell J., Duncan A. J., Jenner C., Jenner M-N., Penrose J.D., Prince R.I.T., Adhitya A., Murdoch J., McCabe K. – 2000. Marine Seismic Surveys—A Study of Environmental Implications. *APPEA JOURNAL*.
- McCauley, R. D., Fewtrell, J., and Popper, A. N. - 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113, 638–642
- Merlini S., Cantarella G., Doglioni C., (2000) - On the seismic profile Crop M5 in the Ionian Sea, *Bollettino della Società Geologica Italiana* 119, 227-236.
- Michard, A., Chalouan, A., Feinberg, H., Goffé, B. and Montigny, R. (2002): How does the Alpine belt end between Spain and Morocco? *Bulletin de la Société géologique de France*, 173: 3-15.
- Mingozzi T., Masciari G., Paolillo G., Pisani B., Russo M., Massolo A. – 2007. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Caretta caretta* in southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity and Conservation* n.16: 3519-3541
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MIPAAF), a cura di Cautadella S., Spagnolo M. – 2011. “Lo Stato della Pesca e dell’Acquacoltura nei Mari Italiani”.
- Mizue K., Yoshida K. - 1962. Studies on the little toothed whales in the west sea area of Kyusyu. VIII. *Bulletin of the Faculty of Fisheries, Nagasaki University* 12: 45-52
- Mo G. – 2010. *Mammalia. Biol. Mar. Mediterr.*, 17 (1): 677-680
- Mo G., Agnesi S., Di Norat., Tunesil L. - 2007. Mediterranean monk seal sightings in Italy through interviews: validating the information (1998-2006). *Comm. Int. Mer Medit.*, 38: 542
- Monaco C., Tortorici L. (2007) – Intracontinental tectonic melange Southern Apennines. *Terra Nova*, 19, 287-293. 22.
- Monaco C., Tortorici L., Nicolich R., Cernobori & L. Costa M. (1996) - From collisional to rifted basins: an example from the southern Calabrian arc (Italy). *Tectonophysics*, 266, 233-249.
- Mostardini F. & Merlini S., (1986) – Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. *Mem. Soc. Geol. It.*, 35: 177-202.
- Notarbartolo di Sciara G. 2003 - Cetacean Species Occurring in the Mediterranean and Black Seas. In: G. Notarbartolo di Sciara (Ed.), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. A report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002. Section 3, 17*
- Notarbartolo di Sciara G. e Birkun A. Jr., 2010. *Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Sea. ACCOBAMS status report, 2010*
- Notarbartolo di Sciara G., Demma M. - 1997. *Guida dei mammiferi marini nel Mediterraneo. 2nd ed. Franco Muzzio Ed., Padova: 227*
- Ogniben L., 1973. Schema geologico della Calabria in base a dati odierni. *Geol. Romana* 12, 243-585.
- Ogniben, L., (1969) - Schema introduttivo all. geologia del Confine calabro-lucano, *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 8,453-763,1969
- Orsi-Relini L., Papaconstantinou C., Jukic-Peladic S., Souplet A., Gil De Sola L., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M. – 2002. Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (*Osteichthyes: Gadiformes*) based on six years monitoring by trawl surveys: some implication for management. *Sci. Mar.* 66(2): 21-38
- Panigada S., Lauriano G., Burt L., Pierantonio N., Donovan G. – 2011. Monitoring winter and summer abundance of cetaceans in the Pelagos Sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea) through aerial surveys. *Plos one* n.6(7): e22878
- Parente C.L., de Araújo J.P., de Araújo M.E., - 2007. Diversity of cetaceans as a tool in monitoring environmental impacts of seismic surveys. *Biota Neotropica* 7: 1–7
- Patacca E. e Scandone P. (1989) - Post Tortonian Mountain building in the Apennines. The role of the passive sinking of a relic lithospheric slab - *Atti del convegno di Lincei*, 80; 157-176 in Boriani, Bonafede & Piccardo – *The lithosphere in Italy Advances – in Earth Science Research*



- Patacca, E., Scandone, P., 2007. Constraints on the interpretation of the CROP-04 seismic line derived from Plio-Pleistocene foredeep and thrust-sheet-top deposits (Southern Apennines, Italy). In: Mazzotti, A., Patacca, E., Scandone, P. (Eds.), CROP-04: Bollettino Società Geologica Italiana, Special Issue, vol. 7, pp. 241–256.
- Payne J.F., Coady J., White D. - 2009. Potential effects of seismic *air-gun* discharges on monkfish eggs (*Lophius americanus*) and larvae. Environmental Studies Research Funds Report 170. St. John's, NL
- Pérès, J.M. and J. Picard. - 1958. Recherches sur les peuplements benthiques de la Méditerranée Nord - Orientale. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 34: 213-281.
- Piano Energetico Ambientale Regionale Calabria. Deliberazione Del Consiglio Regionale 14 Febbraio 2005, N. 315
- Popper A. N., Halvorsen M. B., Kane E., Miller D. D., Smith M. E., Song J., Stein P., Wysocki L. E. - 2007. The effects of high-intensity, low-frequency active sonar on rainbow trout. *Journal of the Acoustical Society of America* 122: 623–635.
- Popper A.N., Hastings M.C. - 2009. The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *Journal of Fish Biology* 75: 455–489
- Popper, A. N. and Clarke, N. L. - 1976. The auditory system of the goldfish (*Carassius auratus*): Effects of intense acoustic stimulation. *Comp. Biochem. Physiol. A* 53, 11–18
- Popper A. N., Smith M. E., Cott P. A., Hanna B. W., MacGillivray A. O., Austin M. E., Mann, D. A. - 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *Journal of the Acoustical Society of America* 117, 3958–3971.
- Poulain, P. M., & Barbanti, R. (2007). Thermohaline properties of the Mediterranean Sea as measured by profiling floats between 2000 and 2006. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit*, p38.
- Premessa agli avvisi ai naviganti 2014 e avvisi ai naviganti di carattere generale - Supplemento al fascicolo quindicinale Avvisi ai Naviganti n. 1/14 del 08/01/2014 (www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)
- Psarra S., Tselepides A., Ignatiades L. - 2000. Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. *Prog. Oceanogr.*, 46: 187-204.
- Pulcini M., Pace D.S., La Manna G., Triossi F., Fortuna C.M. - 2012. Distribution and abundance estimates of bottlenose dolphins around Lampedusa Island (Sicily Channel, Italy): implications for their management. Rapporto tecnico
- Reeves R., Notarbartolo di Sciara G. - 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga
- Riolo F. - 2009. Campagna di monitoraggio 2009 inerente al rilevamento della biodiversità e stato e stato di salute dei coralli madreporari all'interno dell'Area Marina Protetta di Capo Rizzuto. www.riservamarinacaporizzuto.it/download/RELAZIONE_MONITORAGGIO_CORALLI.PDF
- Santulli A., Modica A., Messina C., Deffa L., Curatolo A., Rivas G. Fabi G., D'Amello V. - 1999. Biochemical responses of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) to the stress induced by offshore experimental seismic prospecting. *Mar. Poll. Bull.* 36(12): 1105-1114.
- Sarda F., Calafat A., Mar Flexas M., Tselepides A., Canals M., Espino M., Tursi A. - 2004. An introduction to Mediterranean deep-sea biology. *Sci.Mar.* 68 (Suppl.3): 7-38
- Scandone P., (1979) - Origin of the Tirrenian Sea and Calabrian Arc. *Boll. Soc. Geol. It.*, 98: 27-34.
- Scandone P., (1982) - Structure and evolution of the Calabrian Arc. *Earth Evolution Sciences*, 3: 172-180.
- Scholik A. R., Yan H. Y. - 2002. The effects of noise on the auditory sensitivity of the bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Comparative Biochemistry and Physiology A* 133, 43–52
- Senatore M.R., Normark W.R., Pescatore T., Rossi S. (1988) - Structural framework of the Gulf of Taranto (Ionian Sea). *Memorie - Società Geologica Italiana* 41, pp. 533-539, 4ff.
- Siokou-Frangou I., Shiganova T., Christou E., Kamburska L., Gubanova A., Konsulov A., Musaeva E., Skryabin V., Khoroshilov V. - 2004. Mesozooplankton communities in the Aegean and Black seas: a comparative study. *Mar. Biol.*, 144, 1111– 1126
- Slotte, A., Hansen, K., Dalen, J., and One, E. 2004. Acoustic mapping of pelagic fish distribution and abundance in

relation to a seismic shooting area off the Norwegian west coast. *Fish. Res.* 67: 143–150

- Smith M. E., Kane A. S., Popper A. N. – 2004a. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Experimental Biology* 207, 427–435.
- Smith M. E., Kane A. S., Popper A. N., - 2004b. Acoustical stress and hearing sensitivity in fishes: does the linear threshold shift hypothesis hold water? *Journal of Experimental Biology* 207, 3591–3602.
- Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene Jr. C.R., Kastak D., Ketten D.R., Miller J.H., Nachtigall P.E., Richardson W. J., Thomas J.A., Tyack P.L. - 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. *Aquatic Mammals*, Vol 33(4) 121
- Spina F., Volponi S. – 2008. Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 1. non-Passeriformi. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma. 800 pp.
- Stoecker DK – 1999. Mixotrophy among dinoflagellates. *J Eukaryot Microbiol*, 46: 397-401
- Tanaka T., Zohary T., Krom M. D., Law C. S., Pitta P., Psarra S., Rassoulzadegan F., Thingstad F. T., Tselepidis A., Woodward E. M. S., Flaten G. A. F., Skjoldal E. F., Zodiatis, G. – 2007. Microbial community structure and function in the Levantine Basin of the eastern Mediterranean. *Deep-Sea Res. Pt. I*, 54, 1721–1743
- Tchukhtchin, V. D. – 1964. Quantitative data on benthos of the Tyrrhenean Sea. *Trudy Sevastopol Biological Station*, 17: 48-50
- Tecchio S., Ramirez – Llodra E., Sardà F., Company J.B. – 2011. Biodiversity of deep-sea demersal megafauna in western and central Mediterranean basins. *Scientia Marina*, 75 (2): 341 – 350.
- Theocharis, A., Nittis, K., Kontoyiannis, H., Papageorgiou, E., & Balopoulos, E. (1999). Climatic changes in the Aegean Sea influence the Eastern Mediterranean thermohaline circulation (1986–1997). *Geophysical Research Letters*, 26(11), 1617-1620.
- Tortorici L. (1982) - Lineamenti geologico-strutturali dell'Arco Calabro-Peloritano. *Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 38, 927-940.
- Tortorici L., Monaco C., Tansi C. & Cocina O., (1995) – Recent and active tectonics in the Calabrian arc (Southern Italy). *Tectonophysics*, 243: 37-55.
- Tselepidis A., Lampadariou N., Hatziyanni E. – 2004. Distribution of meiobenthos at bathyal depths in the Mediterranean Sea. A comparison between sites of contrasting productivity. *Scientia marina*, 68 (Suppl.3): 39 – 51
- Tserpes G., Fabio F., Levi D., Cau A., Murenu M., Zamboni A., Papaconstantinou C. – 2002. Distribution of *Mullus barbatus* and *Mullus sermuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: implications for management. *Sci. Mar.* 66 (suppl.2): 39-54.
- Turnpenny A. W. H. & Nedwell J. R. – 1994. The effects on marine fish, diving mammals and birds of underwater sound generated by seismic surveys. *Fawley Aquatic Research laboratories Ltd.*
- Vamvakas, C. – 1970. Peuplements benthiques des substrats meubles du sud de la Mer Egée. *Tethys*, 2: 89-129
- Vamvakas, C. – 1973. Aperçu critique de la biocenose de vase profonde. *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, 22(4): 119
- Van Dijk J.P., Bello M., Brancaleoni G.P., Cantarella G., Costa V., Frixia A., Golfetto F., Merlini S., Riva M., Toricelli S., Toscano, C., and Zerilli, A., (2000) - A new structural model for the northern sector of the Calabrian Arc. *Tectonophysics*, 324, 267-320.
- Vezzani L., (1968) – Rapporti tra ofioliti e formazioni sedimentarie nell’area compresa tra Viggianello, Francavilla sul Sinni, Terranova di Pollino e San Lorenzo Bellizzi. *Atti Acc. Gioienna Sci. Nat. Catania*, 6: 109-144
- Vitale S., Ciarcia S., (2013) – Tectono-stratigraphic and kinematic evolution of the southern Apennines/Calabria-Peloritani Terrane System (Italy), *Tectonophysics* 583 (2013) 164-182
- Viti M., Mantovani E., Babbucci D., Tamburell C., (2011) - Plate kinematics and Geodynamics in the Central Mediterranean, *Journal of Geodynamics*, vol. 51, n.2-3, pp. 190-204.
- Weikert H., Koppelman R. – 1993. Vertical structural patterns of deep-living zooplankton in the northeast Atlantic, the Levantine Sea and the Red Sea, a comparison. *Oceanol. Acta*, 16: 163-177.
- Weir, C.R. - 2007. Observations of marine turtles in relation to seismic *air-gun* sound off Angola. *Mar. Turtle Newsl.*



116:17-20

Wenz, G.M. (1962). Acoustic ambient noise in the ocean: spectra and sources. *Journal of the Acoustical Society of America* 34:1936-1956.

Westaway R., (1993) - Quaternary uplift of Southern Italy. *Jl. Geophys. Res.*, 98: 21741-21772.

Yacobi Y., Zohary T., Kress N., Hecht A., Robarts R., Waiser M., Wood A., Li W. – 1995. Chlorophyll distribution throughout the southern Mediterranean in relation to the physical structure of the water mass. *J. Mar. Syst.*, 6, 179–190

SITOGRAFIA

AAPG website: www.aapg.org

Banca Dati Spiaggiamenti: www-3.unipv.it/cibra

Banche dati NASA, GPS time series: sideshow.jpl.nasa.gov:80/mbh/series.html

Calabria 2014 Tredicesimo rapporto sul turismo: www.sistan.it

Camera di Commercio di Crotone: www.kr.camcom.it

Capitanerie di Porto: www.guardiacostiera.it

Catalogo della sismicità italiana: csi.rm.ingv.it

Discovery of sound in the sea: www.dosits.org

Ecoscienza magazine, rivista dell'ARPA dell'Emilia Romagna, versione sfogliabile: issuu.com/ecoscienza/docs/ecoscienza3_2010?e=2491853/2925251

Gas Naturale, l'Energia che piace: www.gas-naturale.ch

GeoExpro rivista specializzata: www.geoexpro.com

Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa: gnoo.bo.ingv.it

Guardia Costiera e Capitanerie di Porto: www.guardiacostiera.it

Informazione turistica di Crotone: www.crotoneturismo.it

Informazioni e statistiche sui comuni italiani: www.comuni-italiani.it

Institute for Geophysics, University of Texas: www.ig.utexas.edu

Institute of Energy for South-East Europe, IENE: www.iene.gr

International Maritime Organization: www.imo.org

International Union for Conservation of Nature, IUCN, sito italiano: www.iucn.it

Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia, blog INGV terremoti: www.ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia

Istituto Nazionale di Statistica, sezione Demografia: www.demo.istat.it

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ISPRA: www.isprambiente.gov.it

Italian Seismological Instrumental and parametric database, ISIDE: www.iside.rm.ingv.it

Ketos Ecology: www.ketosecology.co.uk/Turtle-Guards

LIPU: www.lipu.it

Marina Militare Italiana, Ministero della Difesa: www.marina.difesa.it

Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, database SITAP: sitap.beniculturali.it

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: www.minambiente.it

Ministero della Difesa: www.difesa.it

Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali www.politicheagricole.it

Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per le Antichità, settore Archeologia Subacquea: www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea



Ministero per lo Sviluppo Economico: unmig.sviluppoeconomico.gov.it
Natura 2000 geoportale: natura2000.eea.europa.eu/#
Natura Italia: www.naturaitalia.it
Notiziario del comprensorio Crotonese e Calabrese: www.secom.it
Offshore technology: www.offshore-technology.com/features/feature43561/feature43561-3.html
Pacific Gas and Electric Company: www.pge.com
Parco Marino Baia di Soverato: www.parcomarinobaiasoverato.it
Portale Idromare – ISPRA: www.idromare.it
Porto di Cirò Marina: www.crotoneturismo.it
Progetto Archeomar, MiBAC, sito ufficiale: www.archeomar.it
Progetto Archeomar: www.archeomar.it
Progetto CARG - ISPRA, Carta geologica d'Italia, Calabria: www.isprambiente.gov.it/Media/carg/calabria.html
Protezione Civile: www.protezionecivile.gov.it
Ramsar: www.ramsar.org
Regione Calabria, Assessorato ai trasporti, Piano regionale dei trasporti, Allegato7, “Quadro conoscitivo: Trasporto Marittimo”: www.regione.calabria.it/trasporti
Regione Calabria: www.regione.calabria.it
Rete Comuni SIN: www.retecomunisin.org
Rete Mareografica Nazionale - ISPRA: www.mareografico.it
Riserva marina Capo Rizzuto: www.riservamarinacaporizzuto.it
Seamap, offshore technology solutions: www.seamap.com
Società Italiana di Biologia Marina: www.sibm.it
Spectrum ASA website: www.spectrumasa.com
Unepmap – United Nations Environment Programme, Mediterranean Action Plan: www.unepmap.org
Urbistat: www.urbistat.com
USGS website: www.usgs.gov
WWF Italia: awsassets.wwfit.panda.org

ALTRE FONTI

Admiralty chart Golfo di Taranto
Carta Geologica d'Italia, scala 1:1.250.000 - APAT, 2005
Progetto Archeomar – Atlante Multimediale dei Siti (CD ROM n. 1): Censimento dei beni archeologici sommersi nelle regioni Campania, Basilicata, Calabria e Puglia – MiBAC.