

Luglio 2014

Studio di Impatto Ambientale (SIA)

Istanza di Permesso di prospezione in Mare

“d 1 G.P-.SC”



Proponente:

Schlumberger Italiana S.p.A.

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	15
1.1	Ubicazione geografica dell'area di intervento	15
1.2	Motivazione del progetto	16
1.3	Alternative di progetto	17
1.3.1	Alternativa zero	17
1.3.2	Tecnologie alternative	17
1.4	Descrizione del proponente.....	18
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	18
2.1	Impostazione dell'elaborato	18
2.2	Normativa di riferimento.....	20
2.2.1	Normativa in ambito internazionale.....	20
2.2.2	Normativa Europea di settore	25
2.2.3	Normativa nazionale.....	28
2.3	Linee guida per la tutela dei mammiferi marini.....	32
2.3.1	Linee guida emanate dal JNCC	33
2.3.2	Linee guida emanate da ACCOBAMS.....	35
2.3.3	Linee guida redatte dall'ISPRA.....	39
2.4	Regime vincolistico.....	39
2.4.1	Aree naturali protette costiere.....	40
2.4.2	Siti di Interesse Comunitario e Zone a Protezione Speciale (Rete Natura 2000)	43
2.4.3	Aree marine protette (AMP)	44
2.4.4	Zone di ripopolamento e Zone di tutela biologica (ZTB).....	48
2.4.5	Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Areas" (IBA).....	50
2.4.6	Zone archeologiche marine.....	51
2.4.7	Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN).....	54
2.4.8	Aree vincolate in base a specifiche ordinanze emesse dalla Capitaneria di Porto.....	56
2.4.9	Aree soggette a vincoli paesaggistici	57
2.4.10	Aree marine militari.....	59
2.5	Zonazione sismica.....	63
3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	69
3.1	Inquadramento geografico del progetto	69
3.1.1	Ubicazione dell'area di intervento.....	70
3.2	Programma lavori.....	71
3.3	Descrizione delle tecnologie di ricerca	72

3.3.1	Indagine geofisica: il metodo sismico	72
3.4	Programma di acquisizione geofisica <i>off-shore</i>	78
3.4.1	Mezzi navali utilizzati	80
3.4.2	Parametri operativi di progetto.....	83
3.4.3	Prevenzione di rischi e potenziali incidenti	85
3.4.4	Durata delle attività	87
3.4.5	Eventuali opere di ripristino.....	87
4	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	89
4.1	Piano di monitoraggio ambientale	89
4.2	Suolo e sottosuolo.....	90
4.2.1	Caratteristiche geomorfologiche e batimetriche	90
4.2.2	Inquadramento geologico regionale.....	91
4.2.3	Panorama geologico locale	96
4.3	Ambiente marino	103
4.3.1	Condizioni meteo-marine.....	103
4.3.2	Regime ondametrico.....	108
4.3.3	Salinità.....	109
4.3.4	Venti.....	110
4.3.5	Correnti marine	111
4.4	Flora e fauna	117
4.4.1	Plancton	117
4.4.2	Ittiofauna.....	119
4.4.3	Mammiferi marini.....	121
4.4.4	Rettili marini.....	142
4.4.5	Benthos e Biocenosi.....	145
4.4.6	Nursery.....	146
4.4.7	Avifauna	150
4.5	Aree naturali protette.....	151
4.5.1	Aree Naturali Protette costiere	151
4.5.2	Zone marine e costiere interessate da siti Rete Natura 2000	153
4.5.3	Aree marine protette	154
4.5.4	Zone di Tutela Biologica (ZTB)	157
4.5.5	Zone marine e costiere interessate da “Important Bird Areas” (IBA).....	158
4.6	Contesto socio-economico	161
4.6.1	Andamento demografico	161

4.6.2	Contesto economico	163
4.6.3	Utilizzazione dell'area costiera	165
4.6.4	Traffico marittimo.....	165
4.6.5	Pesca	166
5	ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI	176
5.1	Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti e componenti ambientali interessate 176	
5.1.1	Azioni di progetto	176
5.1.2	Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto	177
5.1.3	Componenti ambientali interessate	177
5.2	Identificazione degli impatti ambientali	180
5.2.1	Interazioni tra le azioni di progetto e le componenti ambientali.....	180
5.3	Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto	181
5.4	Analisi e stima degli impatti sulle diverse componenti ambientali	183
5.4.1	Impatto sulla componente atmosfera	183
5.4.2	Impatto sulla componente ambiente idrico.....	185
5.4.3	Impatto sulla componente clima acustico marino	188
5.4.4	Impatto sulla componente Flora, Fauna, Ecosistemi.....	202
5.4.5	Impatto sulla componente Paesaggio.....	211
5.4.6	Impatto sulla componente contesto Socio-Economico	214
5.4.7	Impatti cumulativi con altri piani e progetti.....	216
5.4.8	Impatti sull'ambiente di un altro Stato	221
6	MITIGAZIONI.....	224
6.1	Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina	224
6.2	Mitigazioni atte ad evitare l'intrappolamento di tartarughe.....	227
6.3	Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca.....	228
7	BIBLIOGRAFIA	229
	APPENDICE	241

Indice delle figure

Figura 1.1 - Ubicazione dell'area in istanza di permesso di prospezione	16
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)	30

Figura 2.2 – Mappa della Zona Marina G con indicazione delle aree aperte alla presentazione di nuove istanze (in azzurro scuro) e indicazione del limite delle 12 miglia nautiche (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/ cartografia/zone/zg.asp).....	32
Figura 2.3 - Mappa dei Parchi Nazionali presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)	41
Figura 2.4 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/zone-umide-di-importanza-internazionale).....	43
Figura 2.5 - Aree marine protette nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-istituite).....	46
Figura 2.6 - Aree Marine Protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-prossima-istituzione)	47
Figura 2.7 - 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)	48
Figura 2.8 - Panoramica dei Consorzi di ripopolamento ittico lungo le zone costiere siciliane (fonte: www.consitticoct.it)	49
Figura 2.9 - Localizzazione dei principali consorzi titolari delle oasi di ripopolamento in Sicilia, delle barriere artificiali realizzate o di prossima realizzazione (fonte: Le oasi di ripopolamento del Golfo di Castellamare, 2006).....	49
Figura 2.10 - Important Bird Areas (IBA) presenti lungo le coste meridionali della Sicilia e le isole, evidenziate in viola, con indicazione dell’area in istanza, indicata in rosso	51
Figura 2.11 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: wikipedia, tradotto da www.assemblee-nationale.fr/13/europe/rap-info/i2618.asp).....	52
Figura 2.12 – Mappa con ubicazione dei relitti di interesse storico e delle zone regolamentate nei mari siciliani, indicate con il pallino rosso, corredata del blocco in istanza di prospezione colorato in verde. I riquadri bianchi tratteggiati indicano le località in cui ricadono i relitti indicati nella tabella seguente (fonte: www.regione.sicilia.it/beniculturali/archeologiasottomarina/relitti.htm)	53
Figura 2.13 - Mappa dei siti di interesse nazionale per le bonifiche in Sicilia. Si tratta di SIN rimasti di competenza del Ministero dell’Ambiente (fonte: annuario.isprambiente.it/content/schedaindicatore/?v=10&id_ind=4314&id_area=A10&id_tema=T50 - modificata).....	55
Figura 2.14 – Mappa del SIN di Gela (fonte: e&p giugno 2009 - puma.isti.cnr.it ; Sogesid S.p.A, allegato tecnico)	55
Figura 2.15 - Limiti ed aree di interesse operativo nel Canale di Sicilia (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf - modificata)	57
Figura 2.16 - Mappa delle aree SITAP più prossime all’area oggetto di istanza, indicata con il bordo rosso. Le SITAP all’interno dell’ovale tratteggiato e delle isole sono riportate nella tabella sottostante (fonte: sitap.beniculturali.it/ , base OpenStreetMap - modificata).....	58
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/conosciamoci/comandanti/scientifici/ idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)	61
Figura 2.18 – Estratto modificato della carta n. 1050 “Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni” con indicazione dell’area in istanza di prospezione (fonte dei dati: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf).....	62
Figura 2.19 - Classificazione sismica della Sicilia così come modificata con Delibera della Giunta Regionale n. 408 19/12/2003 (fonte: zonesismiche.mi.ingv.it/class2004.html)	65
Figura 2.20 – Ritaglio della mappa di pericolosità sismica dell’Italia espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, corredata con l’ubicazione (in rosso) dell’area che sarà oggetto di prospezione (fonte: ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia - modificata).....	65
Figura 2.21 – 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). A destra: zonazione morfostrutturale (in nero) e nodi sismogenetici (cerchi rossi) identificati per il territorio italiano e le regioni circostanti per una $M \geq 6.0$ (Gorshkov et al., 2002; 2004) (fonte: Panza e Peresan, 2010)	66
Figura 2.22 - Mappa di sismicità dal 1981 al 2011 (fonte: ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia/).....	67
Figura 2.23 – Elaborazione dei dati sismici ricavati per l’area in esame in un periodo di 30 anni, grazie alla consultazione del database ISIDE (fonte dei dati: iside.rm.ingv.it/iside; mappa di base da GoogleEarth)	68
Figura 3.1 – Ubicazione dei rilievi geofisici che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell’area del Canale di Sicilia	69
Figura 3.2 – Distribuzione delle linee sismiche eseguite in passato in al largo della Sicilia con indicazione dell’area oggetto di studio	70
Figura 3.3 – Ubicazione dell’area in istanza di permesso di prospezione su cartografia nautica dell’Istituto Idrografico della Marina Militare, n° 917 “Da Capo Rossello ad Augusta e Isole Maltesi”; n° 947 “da Ras El-Mir a Cap Africa – Pantelleria e Isole Pelagie”; n° 948 “Da Bizerte a Ras El Melah Trapani e Pantelleria”	70
Figura 3.4 – Layout del rilievo sismico 3D previsto per l’area in istanza di permesso di prospezione “d 1 G.P.-SC”	72
Figura 3.5 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org)	73
Figura 3.6 – Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed”, scoppio “Fired” e rilascio “Implosion” (fonte: www.usgs.gov).....	74
Figura 3.7 – Streamer o cavo sismico per l’acquisizione a sinistra (fonte: www.ig.utexas.edu) e Boa di coda a destra (fonte: www.seamap.com).....	75
Figura 3.8 – Serie di idrofoni usati per l’acquisizione del segnale off-shore (fonte: www.oilonline.com)	75
Figura 3.9 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi, modificata)	76
Figura 3.10 – Esempio di modello 3D ottenuto dall’elaborazione di un’acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com)	77

Figura 3.11 – Esempio di Q-fin che permette la stabilizzazione verticale e laterale dello streamer (fonte: WesternGeco)	79
Figura 3.12 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica ObliQ. La sezione di sinistra è stata acquisita con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stata acquisita con ObliQ (fonte: WesternGeco)	80
Figura 3.13 – Immagine della nave WG Magellan (fonte: WesternGeco)	81
Figura 3.14 – Immagine della nave M/V Geco Eagle (fonte: WesternGeco)	82
Figura 3.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell’array (in pianta) proposto per l’indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli air-gun, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)	84
Figura 3.16 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l’utilizzo del software SurvOPT. I rispettivi termini indicano: infill – tempi per l’acquisizione di eventuali zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi; Stand-By – tempi di fermo dovuti a condizioni meteo avverse e attività di pesca; Downtime – Fermi tecnici (fonte: WesternGeco)	88
Figura 4.1 – Dettaglio della batimetria dell’area oggetto di studio.....	91
Figura 4.2 - Quadro geodinamico attuale. Sono visibili quattro zone di subduzione: zona Appennino-Maghrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-Greco-Taurica in direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004).....	92
Figura 4.3 - Vettori GPS mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)	93
Figura 4.4 - Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni d’anni: Subduzione Alpina, subduzione Appenninica e subduzione Dinarica-Ellenide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)	93
Figura 4.5 – Assetto strutturale del Mediterraneo centrale: 1) Sovrascorrimento regionale del blocco Sardo-Corso al di sopra delle unità Calabridi, 2) Sovrascorrimento regionale delle unità Kabilo-Calabre sopra la catena Appennino- Maghrebide, 3) Fronte esterno della catena Appenninico-Maghrebide sopra le unità di avampaese ed il sistema di sovrascorrimenti esterni, 4) Parte frontale del sistema di sovrascorrimenti esterni, 5) Principali faglie normali e trascorrenti (fonte: Lentini et al., 2006)	94
Figura 4.6 - Sezione geologica schematica attraverso la Sicilia orientale (fonte: Catalano et al., 2004, modificata)	95
Figura 4.7 - Mappa batimetrica del Canale di Sicilia con l’indicazione delle principali strutture tettoniche...	96
Figura 4.8 - Profilo sismico regionale della piattaforma Pelagiana (off-shore Tunisia) (fonte: www.seismicatlas.org).....	98
Figura 4.9 – Schema tettonico delle principali strutture del Plateau Ibleo, dell’avanfossa Gela-Catania e dell’area del Monte Judica (fonte: Bianchi et al., 1987, modificata).....	99
Figura 4.10 – Localizzazione dei graben di Pantelleria, Malta e Linosa rispetto al blocco in istanza (in rosso)	100
Figura 4.11 – (A) Carta morfologica del Canale di Sicilia e delle regioni circostanti. PG – Pantelleria Graben, MG - Malta Graben, (LG) Linosa Graben; queste sono le principali depressioni tettoniche presenti nel canale	

di Sicilia. (B) Immagine 3D della batimetria del graben di Pantelleria e delle aree circostanti (fonte: Civile et al., 2010)	101
Figura 4.12 – Litostratigrafia del Canale di Sicilia, dalla Tunisia, a Malta, alla Sicilia. Con la stella di colore rosso sono contrassegnate le formazioni di interesse petrolifero (fonte: Klett, 2001, modificata)	103
Figura 4.13 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	104
Figura 4.14 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	104
Figura 4.15 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Sciacca, periodo 2012 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	105
Figura 4.16 - Temperatura dell'aria nella stazione di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	105
Figura 4.17 - Temperatura dell'aria nella stazione di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	106
Figura 4.18 - Temperatura dell'aria nella stazione di Sciacca, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	106
Figura 4.19 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	107
Figura 4.20 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	107
Figura 4.21 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Sciacca, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	107
Figura 4.22 - Grafico del moto ondoso nella boa ondometrica di Mazara del Vallo (fonte: www.idromare.it/analisi_clima_ondoso_grafico.php?stazione_1=7&giorno_dal=1&mese_dal=1&anno_dal=2020&giorno_al=1&mese_al=4&anno_al=2008&granularita=15&triangle=1&screenmaxwidth=1280&screenmaxheight=770&analisi_clima_ondoso_grafico=Visualizza+il+Clima+Ondoso)	108
Figura 4.23 - Salinità espressa in psu delle acque superficiali nel Mar Mediterraneo, in data 25/06/2014 (fonte: gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis)	109
Figura 4.24 - Salinità espressa in psu delle acque superficiali del Bacino Mediterraneo Centro – Meridionale (fonte: gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis)	110

Figura 4.25 - Rosa dei venti a Porto Empedocle nel periodo tra il 2010 e il 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	111
Figura 4.26 - Rosa dei venti a Lampedusa nel periodo tra il 2010 e il 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4).....	111
Figura 4.27 – Circolazione superficiale schematica nel Mar Mediterraneo (fonte: State of the Mediterranean marine and coastal environment, 2012 – modificato da Millot e Taupier-Letage, 2005)	112
Figura 4.28 – Rappresentazione schematica della circolazione termoalina nel Mediterraneo (fonte: Lascaratos, 1999).....	113
Figura 4.29 – Circolazione schematica nello Stretto di Sicilia. Gli elementi permanenti sono segnati in nero, mentre gli elementi stagionali sono segnati in rosso (estate) e in blu (inverno). Le linee tratteggiate si riferiscono al lavoro di Sorgente et al., (2011). (fonte: Sorgente et al., 2011, modificato da Lermusiaux and Robinson, 2001; Béranger et al., 2004; Hamad et al., 2005)	115
Figura 4.30 – A sinistra (a): fenomeni di upwelling e downwelling indotti dal vento. A destra (b): Lo strato di Ekman, ovvero la porzione d’acqua dove il flusso di corrente risulta dal bilanciamento tra il gradiente di pressione, la forza di Coriolis e il vento. Nell’esempio riportato in questa figura il vento che soffia verso nord crea una superficie di sforzo al di sotto della quale si manifesta la spirale di Ekman lungo la colonna d’acqua (fonte: www.eeb.ucla.edu)	116
Figura 4.31 - Sistema di correnti locali nel Canale di Sicilia con velocità e direzioni variabili, registrate nel corso del 2010 a batimetrie di 5 metri (a sinistra) e di 120 metri (a destra). Notare anche la presenza di vortici isolati (a sud dell’isola di Malta e di fronte alle coste libiche) dovuti alla azione combinata del vento e della complessa batimetria della zona (fonte: www.seaforecast.cnr.it)	117
Figura 4.32 - 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)	118
Figura 4.33 - Tabella riguardante le diverse specie ritrovate nelle GSA italiane, tra cui la GSA16 in cui si trova la zona oggetto d’interesse (fonte: Relini et al., 2010)	120
Figura 4.34 - Distribuzione batimetrica delle diverse specie ritrovate nelle varie GSA. In grigio sono riportati i dati della distribuzione batimetrica dello studio di Relini et al. (2010) per il range batimetrico che differivano dalla letteratura la quale è riportata nell’ultima colonna a destra (fonte: Relini et al., 2010) ...	121
Figura 4.35 - 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)	123
Figura 4.36 - 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/)	125
Figura 4.37 - Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	127

Figura 4.38 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	128
Figura 4.39 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	129
Figura 4.40 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	130
Figura 4.41 - Distribuzione del Globicefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	131
Figura 4.42 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010) ..	132
Figura 4.43 - Distribuzione del Tursiope nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010) ..	133
Figura 4.44 - Distribuzione della Stenella striata nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	134
Figura 4.45 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	135
Figura 4.46 – Distribuzione dello Steno nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010) ..	136
Figura 4.47 - Avvistamenti di Orche nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010) ..	137
Figura 4.48 - Distribuzione della Pseudorca nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)	137
Figura 4.49 - Distribuzione di Cogia di Owen (fonte: www.iucnredlist.org)	138
Figura 4.50 - Distribuzione a cadenza temporale degli avvistamenti di foca validati dal 1998 al 2010. I cerchi neri indicano le località, le stelle la presenza di documentazione fotografica, i numeri tra parentesi indicano il numero di avvistamenti riferiti all'anno (fonte: Mo et al., 2011)	140
Figura 4.51 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)	141
Figura 4.52 - Presenza di Caretta caretta nei mari Italiani, indicata come numero di gruppi per chilometro (fonte: Strategia per l'Ambiente Marino- Ispra 2012)	144
Figura 4.53 - Aree di Nursery delle maggiori specie d'interesse commerciali presenti nella GSA16 (fonte: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani", capitolo 2)	147
Figura 4.54 - Aree di distribuzione delle femmine di Merluccius merluccius nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)	148
Figura 4.55 - Aree di distribuzione di giovani di Merluccius merluccius nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)	148
Figura 4.56 - Aree di distribuzione delle femmine di Mullus barbatus nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)	149
Figura 4.57 - Aree di distribuzione di giovani di Mullus barbatus nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)	150
Figura 4.58 - Mappa della Riserva Naturale orientate "Foce del Fiume Platani" (www.parks.it/riserva.foce.fiume.platani/map.php)	152

Figura 4.59 - Cartografia dell'Area Marina Protetta "Isole Pelagie" con riferimento alle zone a diverso grado di protezione (fonte: www.isole-pelagie.it/index.php/it/zonazione.html)	155
Figura 4.60 - Zona di Tutela Biologica "il Mammellone" (fonte: www.marina.difesa.it/attivita/operativa/Pagine/Vigilanzapesca.aspx).....	157
Figura 4.61 – Localizzazione delle province di Trapani, Agrigento e Caltanissetta nella regione Sicilia. In rosso l'area oggetto di studio	161
Figura 4.62 - Trend della popolazione della provincia di Trapani dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)	162
Figura 4.63 - Trend della popolazione della provincia di Agrigento dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)	163
Figura 4.64 - Trend della popolazione della provincia di Caltanissetta dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)	163
Figura 4.65 - Dati di Superficie, Popolazione residente e Densità demografica presenti nei comuni prossimi all'area oggetto di studio (fonte: www.comuni-italiani.it)	163
Figura 4.66 – Dettaglio delle rotte nautiche passanti per l'area in istanza di permesso di prospezione	166
Figura 4.67 - 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)	167
Figura 4.68 - Delimitazione geografica della GSA 16 (fonte: "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura dei mari italiani", Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali).....	168
Figura 4.69 - Indici di biomassa (kg/km ²) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali categorie faunistiche: Teleostei, Selacei, Cefalopodi e Crostacei (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" – Capitolo 2)	170
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)	171
Figura 4.71 - Aree di campionamento delle Campagne MEDITS nel Mediterraneo (fonte: Orsi-Relini et al., 2002)	172
Figura 4.72 - Aree di campionamento del polpo comune, <i>Octopus vulgaris</i> , durante le campagne MEDITS e GRUND (fonte: Garofalo et al., 2010)	173
Figura 4.73 - Zone di riproduzione (a, b) e di reclutamento (c, d) per <i>Octopus vulgaris</i> (fonte: Garofalo et al., 2010)	174
Figura 4.74 - Aree di campionamento durante le campagne MEDITS e Grund nello Stretto di Sicilia (l'area B indica i campionamenti effettuati durante la sola campagna Grund negli anni 1997, 1998, 2000, 2001)(fonte: Ragonese et al., 2004)	175
Figura 4.75 - Aree di campionamento nel Mediterraneo del gambero rosso, <i>Aristeomorpha foliacea</i> , durante la campagna MEDITS (fonte: Cau et al., 2002)	175
Figura 5.1 – Curve di Wenz: l'asse verticale mostra i valori dei livelli sonori (dB re 1 μPa), mentre quello orizzontale le frequenze (fonte: Wenz, 1962).....	189

Figura 5.2 - Rappresentazione grafica della configurazione dell'array (in pianta) proposto per l'indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli air-gun, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)	191
Figura 5.3 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	192
Figura 5.4 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 100 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	193
Figura 5.5 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 5.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	193
Figura 5.6 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	194
Figura 5.7 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	194
Figura 5.8 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 100 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	195
Figura 5.9 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 5.000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	195
Figura 5.10 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20.000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger).....	196
Figura 5.11 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)	197
Figura 5.12 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 100 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)	197
Figura 5.13 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 5.000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)	198
Figura 5.14 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)	198
Figura 5.15 – Sezione trasversale rispetto alla direzione della nave che mostra la variazione dell'esposizione all'energia emessa a profondità crescente. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)	199
Figura 5.16 – La modellizzazione di Gundalf mostra l'esposizione alla velocità delle particelle lungo una sezione trasversale alla rotta della nave. Il decremento avviene in funzione della profondità e delle distanza (fonte: Schlumberger).....	200
Figura 5.17 – Spettro di ampiezza a banda larga che si muove verticalmente al far-field (fonte: Schlumberger)	201

Figura 5.18 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli air-gun (fonte: Lanfredi et al., 2009)	204
Figura 5.19 – Distanza geometrica dell’orizzonte	212
Figura 5.20 – Mappa con indicazione delle fasce di visibilità attorno all’area in istanza a seconda della tipologia di nave di acquisizione utilizzata	212
Figura 5.21 - Mappa di localizzazione dell’area in istanza di prospezione e distribuzione degli altri titoli minerari ed istanze attualmente presenti nelle zone limitrofe (fonte dei dati: unmig.sviluppo economico.gov.it)	218
Figura 5.22 – Ubicazione dell’area in istanza di prospezione rispetto alle Aree di esplorazione in Piattaforma Maltese; in verde sono evidenziati i blocchi 1, 2, 3 dell’Area 3, a nome Capricorn Malta Ltd. e Melita Exploration Co. Ltd., confinanti con l’area in esame (elaborazione GIS da: mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx)	219
Figura 5.23 – Suddivisione dell’off-shore maltese in blocchi per l’esplorazione, con indicazione dei vari operatori (mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx).....	220
Figura 5.24 – Permessi intestati a Cooper Energy in off-shore tunisino. A destra è visibile il blocco Nabeul, confinante con l’area in istanza di prospezione (fonte: www.cooperenergy.com.au/our-operations/tunisia/gulf-of-hammamet/nabeul-permit).....	221
Figura 5.25 - Ripartizione geografica delle aree SPAMI o ASPIM nel Mediterraneo. Con il quadratino rosso è indicata l’ubicazione dell’area in istanza (fonte: rac-spa.org/sites/default/files/images/spamis2014.jpg - modificata)	222
Figura 5.26 – Mappa dei Siti Rete Natura 2000 a Malta (fonte: natura2000.eea.europa.eu/# - modificata)	223
Figura 6.1 - Esempio di un sommario di un report post survey redatto dagli MMO a conclusione di ogni campagna di acquisizione (fonte: Schlumberger)	227
Figura 6.2 – Struttura delle boa di coda del cavo sismico normalmente utilizzata da Western Geco (fonte: Schlumberger)	228

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;

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

Nel mese di Luglio 2014

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

Ferrara, li

1 INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA) è stato elaborato in linea con la normativa vigente per verificare la compatibilità ambientale del progetto di acquisizione di dati geofisici in un'area del Canale di Sicilia.

Per quest'area Schlumberger ha presentato il 30 aprile 2014 un'istanza di permesso di prospezione in mare, denominata "d 1 G.P.-SC", proponendo nel programma lavori studi che possano contribuire ad una migliore comprensione dell'assetto geologico dell'area. Il permesso di prospezione è un titolo minerario non esclusivo, rilasciato dal Ministero dello Sviluppo Economico su istanza della parte interessata che presenta il programma di ricerca che intende sviluppare, e riguarda aree di grandi dimensioni dislocate soprattutto in mare. Il permesso di prospezione consente di condurre solo ed esclusivamente ricerche geofisiche e non è contemplato, in nessun momento, di procedere con alcun tipo di perforazione finalizzata all'esplorazione, né tantomeno allo sfruttamento di eventuali giacimenti.

Negli ultimi anni, le tecnologie d'acquisizione a mare nell'ambito delle prospezione geofisiche hanno promosso diverse attività di indagine in vari settori dell'*offshore* italiano che erano stati precedentemente esclusi a causa delle elevate profondità marine. E' questo il caso dell'area di indagine in oggetto, per cui il proponente si è posto l'obiettivo di effettuare un'acquisizione geofisica 3D, essendo una zona poco investigata (con un record di dati che coprono solo parzialmente l'area in oggetto) o comunque caratterizzata da una modesta attività esplorativa precedente.

L'area in istanza è localizzata all'interno del settore sud della zona marina "G" in prossimità del sistema di depressioni del Canale di Sicilia compreso tra l'isola di Pantelleria (Depressione di Pantelleria) e l'isola di Malta (Depressione di Malta). La topografia del fondale marino in questo settore è molto irregolare con profondità che superano i mille metri in corrispondenza dei principali bacini. Come accennato all'inizio di questo capitolo, il problema delle elevate profondità è stato uno dei fattori limitanti che ha spesso scoraggiato l'attività di prospezione geofisica negli anni passati (sessanta e ottanta), soprattutto a causa dei mezzi di indagine del tempo, che generalmente non erano in grado di individuare, con qualità accettabile, le strutture geologiche del sottosuolo.

Le innovazioni nel campo delle prospezioni geofisiche sono state molteplici da allora. Le moderne tecnologie nel settore d'indagine geofisiche attualmente in uso, sono molto meno invasive sull'ambiente e molto più efficaci nell'acquisizione. Oramai i metodi di indagine geofisici contemporanei, attraverso la misura di alcune proprietà fisiche delle rocce, consentono di determinare con sufficiente grado di dettaglio i tipi di rocce esistenti, la loro geometria e l'andamento delle strutture sepolte.

1.1 Ubicazione geografica dell'area di intervento

L'area oggetto dell'istanza di permesso di prospezione ricade all'interno della zona marina "G" nel Canale di Malta e Sicilia, in prossimità del sistema centrale di depressioni che fanno di questa zona una della più profonde nel panorama dell'*offshore* italiano. L'area ricopre una superficie di circa 4209 km².

L'area del progetto rispetta le normative vigenti in termini di distanza dalla linea di costa e dalle aree protette. Infatti, il lato più ad est dista circa 28 miglia nautiche dalle coste siciliane e il vertice più ad ovest dista circa 14 miglia nautiche da Pantelleria, mentre la distanza minima da Malta è di circa 43 miglia nautiche (Figura 1.1).

I fondali che caratterizzano questa porzione del Canale di Sicilia sono molto irregolari e si distinguono per la presenza di due depressioni profonde riconducibili all'apertura del canale: bacino di Pantelleria, bacino di Malta.

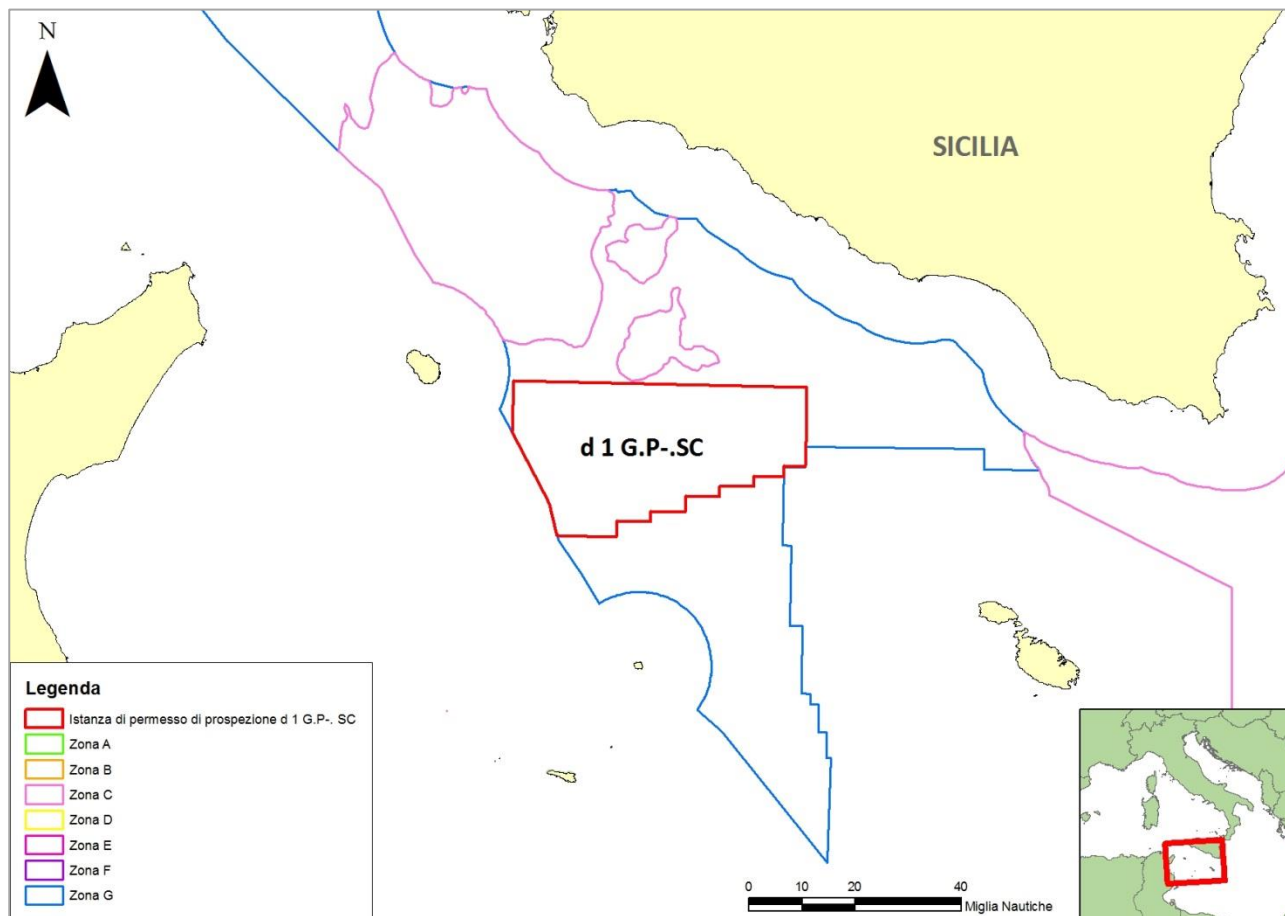


Figura 1.1 - Ubicazione dell'area in istanza di permesso di prospezione

1.2 Motivazione del progetto

L'obiettivo che si è posto Schlumberger è quello di approfondire la caratterizzazione di un'area solo parzialmente investigata nella sua parte settentrionale e implementare l'attuale quantità (ridotta) di dati a disposizione in questa zona. L'estensione di informazioni a seguito della campagna geofisica in programma, porterebbe ad una migliore definizione delle strutture presenti nel sottosuolo con conseguente rivalutazione delle presenti risorse minerarie già ampiamente sfruttate nelle zone limitrofe all'area di indagine.

Le linee geofisiche attualmente presenti nell'area oggetto furono acquisite con una tecnologia d'indagine 2D. La prospezione per cui Schlumberger ha presentato istanza di permesso verrebbe eseguita con una configurazione di acquisizione 3D, che limita di molto le incertezze derivanti da un'indagine 2D, migliorando la qualità delle immagini e affinando quindi l'individuazione di potenziali strutture a idrocarburi. L'intenzione del proponente non è unicamente limitata a estendere l'indagine più a sud su di una zona completamente inesplorata, ma di farlo anche una tecnologia d'avanguardia che permetta di migliorare radicalmente anche la qualità dell'indagine rispetto alle acquisizioni effettuate in passato.

Con questa campagna di acquisizione ci si pone quindi l'obiettivo di allargare l'informazione geologica entro questa zona, all'interno di un settore attualmente poco esplorato, al fine di comprendere l'estensione e la geometria delle strutture geologiche presenti in quest'area.

1.3 Alternative di progetto

1.3.1 Alternativa zero

L'opzione zero risulta non compatibile con il tipo di attività proposta. Infatti, la non realizzazione dell'attività determinerebbe la non esecuzione del progetto nella sua totalità, in quanto non vi è alternativa alla prospezione geofisica in ambiente marino per lo studio delle strutture geologiche profonde.

In sostanza, l'alternativa zero determinerebbe l'impossibilità di incrementare e ampliare le conoscenze geologiche in una zona dove i risultati geofisici in possesso risultano scarsi e obsoleti.

1.3.2 Tecnologie alternative

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 e al tipo di mineralizzazioni ricercate.

Il 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.

Il 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 sismico 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 tridimensionale 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), costituita 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 orifizio 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).

Per l'acquisizione geofisica nell'area dell'istanza di permesso di prospezione "d 1 G.P.-SC" è previsto l'utilizzo della tecnologia *air-gun*, tipicamente utilizzata per i rilievi sismici marini.

Questa tecnologia è testata e diffusa in tutto il mondo, 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 ad altre tecnologie. 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.

Pertanto, l'energizzazione tramite *air-gun* si è rivelata essere quella più idonea per l'esecuzione dell'attività proposta nel programma lavori dell'istanza di prospezione.

1.4 Descrizione del proponente

Schlumberger Italiana S.p.A. fa parte di Schlumberger Oilfield Services ("Schlumberger"), la più grande compagnia al mondo di servizi per le società petrolifere, *leader* nella fornitura di servizi tecnologici e soluzioni all'industria petrolifera mondiale. La *leadership* di Schlumberger è garantita da un continuo investimento nella ricerca e sviluppo, all'interno dei 34 centri altamente specializzati situati in Europa, Stati Uniti, Medio Oriente ed Asia. Le sedi dei suoi uffici principali sono ubicate a Huston, Parigi e l'Aia.

La compagnia combina esperienza nel settore, buone pratiche, sicurezza e compatibilità con l'ambiente, tecnologie innovative e consulenze di alta qualità.

Schlumberger offre servizi di acquisizione geofisica in mare utilizzando tecnologie *leader* nel settore, tecniche di acquisizione innovative ed elaborazione dati avanzate, ed opera in ambienti geografici vari e spesso difficili. Secondo recenti stime, Schlumberger ha acquisito più di 2.000.000 di chilometri di linee sismiche 2D per un totale di quasi 400.000 chilometri quadrati coperti dall'attività di acquisizione geofisica dall'inizio della sua attività. Lo staff di Schlumberger conta circa 120.000 dipendenti provenienti da 140 nazionalità diverse e operanti in 85 nazioni.

Un impegno costante è sempre rivolto ai più alti standard di salute e sicurezza dei dipendenti, clienti e fornitori, nonché alla protezione dell'ambiente nelle comunità in cui vive e lavora.

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 ss.mm.ii., 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 biologiche sensibili, come ad esempio i mammiferi marini. Inoltre, all'interno di questa sezione è stato analizzato il regime vincolistico presente nell'area oggetto di studio e nelle coste limitrofe. Nello specifico, sono state analizzate le aree naturali protette costiere, le zone di ripopolamento e tutela biologica, le zone umide di importanza internazionale, le *Important Bird Areas*, i siti Rete Natura 2000, i siti archeologici marini, le aree vincolate in base a specifiche ordinanze delle Capitanerie di Porto, i Siti di Interesse Nazionale, le 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 infine le aree soggette a vincoli paesaggistici, cui si aggiunge una breve descrizione della zona sismica in cui l'area in esame ricade.

Il quadro di riferimento progettuale fornisce le generalità dell'intervento ed una dettagliata descrizione del progetto, delle tecnologie della ricerca e degli obiettivi previsti. Una sezione mostra le caratteristiche tecnico-fisiche dell'attività proposta con una 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 ed infine 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, le Zone di Ripopolamento e le Zone Marine di Tutela Biologica, i siti sensibili di Rete Natura 2000, le 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 (atmosfera, ambiente idrico, clima acustico marino, paesaggio, contesto socio-economico e flora, fauna ed ecosistemi, nonché i possibili impatti cumulativi con altri piani e progetti), ponendo particolare attenzione ai potenziali impatti sui ricettori sensibili, quali i mammiferi marini presenti nelle aree limitrofe dell'area oggetto di indagine geofisica.

In conclusione, 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, alla quale aderiscono tutti gli stati che si affacciano nel 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 *off-shore* 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.

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 (in vigore dal 20 Dicembre 1994), è 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 ed 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 Artt. 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 ed il 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 ed 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 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 9 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, dal 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 Off-shore 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 (MARitine 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, 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 TSP (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 462/80 (MARPOL '73) e 438/82 (TSP '78).

Il protocollo aggiornato al 1978 contiene delle modifiche rispetto al testo originale del 1973, proposte all'*International Conference on Tanker Safety Pollution and Prevention* (TSP '78) che ha reso 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, ecc., 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 II – 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 Europea 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 OPRC (1990) e altre convenzioni internazionali per il risarcimento danni da idrocarburi

La Convenzione OPRC (*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 *off-shore*, 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.

2.2.2 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", 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" 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, modificata dal Regolamento della Comunità Europea n. 596/2009 e dalla Direttiva 2010/68/CE: 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, 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*) e ad accelerare e semplificare il recepimento delle regole internazionali nella legislazione comunitaria in materia di inquinamento da parte delle navi.

Direttiva 2005/35/CE, modificata dalla Direttiva 2009/123/CE, 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 verificano 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 integrano gli standard internazionali con la legislazione Comunitaria (Erika III).

2.2.2.3 Direttiva 2013/30/UE per la sicurezza nelle attività off-shore

Come conseguenza al disastro ecologico del Golfo del Messico avvenuto nel 2010, la Commissione Europea ha avviato un'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 *off-shore*. 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 *off-shore*" 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 *off-shore* 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 *off-shore*.

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 di ultima proposta per il rilascio dell'autorizzazione.

In Italia, la Direttiva Europea è stata attuata tramite 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

L. n. 662 del 29/09/1980 "Ratifica della Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi adottata 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.

L. n. 979 del 31/12/1982 "Disposizioni sulla 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.

L. 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.

L. 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. 152/2006 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 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.

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 *off-shore*. Si fa pertanto riferimento alle disposizioni internazionali contenute nella convenzione MARPOL.

D.Lgs. 202/2007 “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. 155/2010 “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 PM2.5; i valori obiettivo per le concentrazioni nell’aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo[a]pirene.

D.Lgs. 190/2010. 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".

2.2.3.1 Zone Marine

In Italia, 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, sono state aperte le Zone A, B, C, D e E, e, con Decreto Ministeriale, le Zone F e G (Figura 2.1).

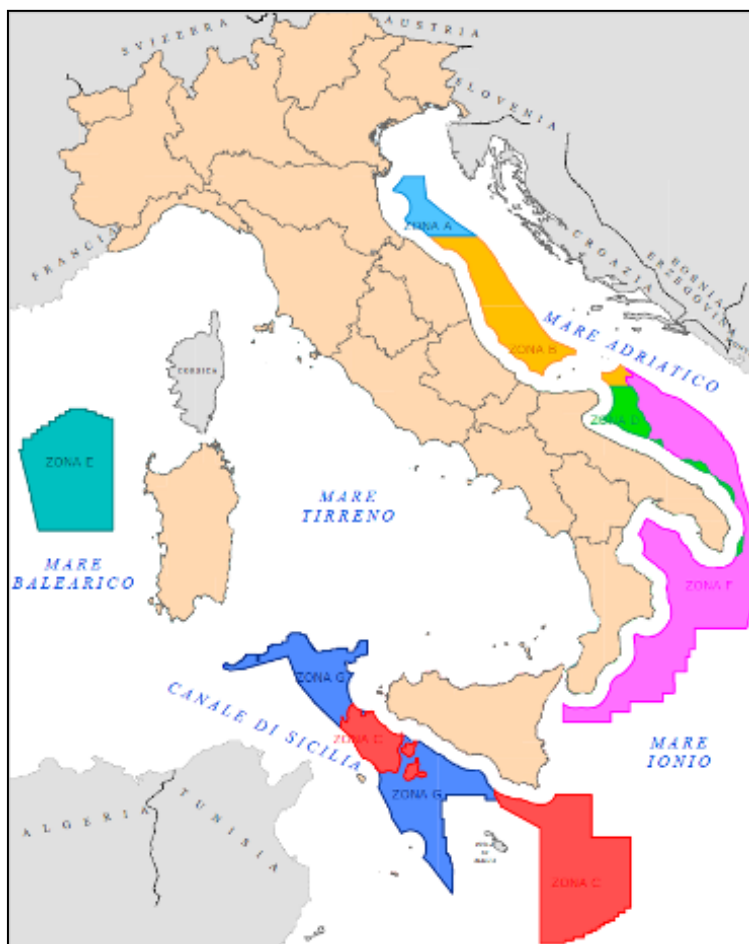


Figura 2.1 – Mappa con indicazione delle zone marine così come rimodulate dal D.M. 09/08/2013 (fonte: Ministero dello sviluppo economico, unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp)

Ai fini della salvaguardia delle coste e della tutela ambientale, nel corso degli anni sono state introdotte alcune limitazioni alle aree dove possono essere svolte nuove attività minerarie. In particolare, con il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 è stato stabilito il divieto di presentare nuove istanze nelle zone di mare poste entro una distanza di dodici miglia dalle linee di costa (lungo l'intero perimetro costiero nazionale) e dal perimetro esterno delle aree marine e costiere protette. Altre limitazioni sono poste dall'articolo 4 della Legge 9 gennaio 1991, n. 9 (divieto nelle acque del Golfo di Napoli, del Golfo di Salerno e delle Isole Egadi e nelle acque del Golfo di Venezia, nel tratto di mare compreso tra il parallelo passante per la foce del fiume Tagliamento e il parallelo passante per la foce del ramo di Goro del fiume Po).

Con Decreto Ministeriale 9 agosto 2013 tali zone sono state rimodulate ed aggiornate, con la contestuale individuazione di un'area marina nel mare delle Baleari (Zona E), 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, sulla sicurezza delle operazioni in mare, di recente approvazione (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/info/avvisi/avviso55.asp9).

L'area in istanza di permesso di prospezione ricade nell'ambito della Zona Marina G, istituita con Decreto Ministeriale 26 giugno 1981, e successivamente ampliata con Decreto Ministeriale 30 ottobre 2008 e con Decreto Ministeriale 29 marzo 2010, la quale che si estende per circa 36.220 chilometri quadrati e costituisce circa il 7% della piattaforma continentale italiana (Figura 2.2).

Le limitazioni di cui al Decreto n. 152/2006 e alla L. 9/1991 hanno di fatto ridotto l'area in cui è possibile presentare nuove istanze per il conferimento di nuovi titoli minerari, ma la Zona marina G resta comunque quella definita dal D.M. 26 giugno 1981, dal D.M. 30 ottobre 2008 e dal D.M. 29 marzo 2010, in quanto tutte le limitazioni successivamente imposte hanno sempre fatto salvi i titoli minerari conferiti prima dell'emanazione delle norme stesse (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/zg.asp).

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, ed alla rimozione di quelle aree residue ricadenti oltre il limite delle 12 miglia nautiche ma troppo piccole od irregolari per soddisfare i requisiti di legge alla presentazione di nuove istanze (L.613/1967, art.19).

La parte di Zona G in cui attualmente è possibile la presentazione di nuove istanze, evidenziata in colore più scuro in Figura 2.2, ha un'estensione di 25.520 chilometri quadrati e costituisce circa il 70% dell'area G originale. Essa è suddivisa in due settori:

- Il settore nord, che si estende nel mare Tirreno meridionale e nel Canale di Sicilia ed è delimitato a nord da archi di meridiano e parallelo, a sud ovest dalla linea di delimitazione ITALIA-TUNISIA e a est dalla isobata dei 200 metri;
- Il settore sud, che si estende nel Canale di Sicilia ed è delimitato a nord dalla isobata dei 200 metri, a ovest dalla linea di delimitazione ITALIA-TUNISIA e ad est da archi di meridiano e parallelo internamente alla linea mediana ITALIA-MALTA.

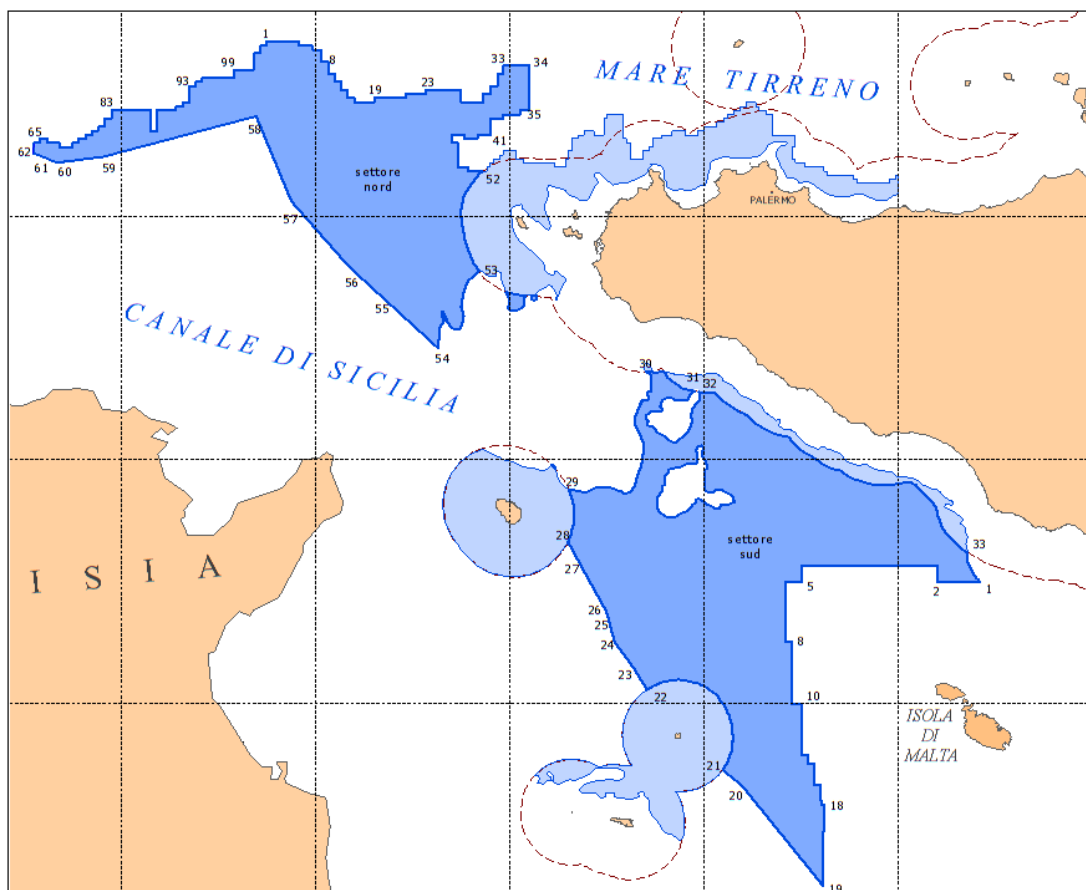


Figura 2.2 – Mappa della Zona Marina G con indicazione delle aree aperte alla presentazione di nuove istanze (in azzurro scuro) e indicazione del limite delle 12 miglia nautiche (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/zg.asp)

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 potenzialmente impattanti in tema di emissioni acustiche, cioè test a mare che prevedono l’impiego di sonar militari e indagini geosismiche. 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 del disturbo arrecato 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, ecc.);
- 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 uno *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*, ecc.) per valutare la densità delle popolazioni nell'area prescelta per le operazioni. *Survey* pre e post esperimento sono comunque sempre da incoraggiare data la loro estrema valenza scientifica in questa fase di sviluppo e ricerca sull'impatto del rumore. La durata e modalità dei *survey* va stabilita da personale scientifico competente in materia.
- c) Evitare aree chiave per i cetacei, aree marine protette e aree chiuse (es. baie, golfi), definire appropriate zone cuscinetto intorno ad esse; considerare possibili impatti di propagazioni a lungo raggio o lungo termine.
- d) Durante la fase di pianificazione dell'evento, tenere conto dell'eventuale concomitanza di altre attività umane potenzialmente rumorose, sia connesse all'evento stesso (es. traffico navale di servizio), sia indipendenti (es. altri eventi, incremento della navigazione da diporto durante la stagione turistica).
- e) Sviluppare banche dati/GIS fra di loro compatibili per costruire in prospettiva un documento di pianificazione completo e condivisibile.
- f) Modellare il campo acustico generato in relazione alle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale, propagazione sferica o cilindrica) e alle caratteristiche della sorgente (frequenza dominante, intensità e direzionalità), per stabilire le distanze di propagazione, e quindi le EZ (*Exclusion Zone*), per le seguenti intensità: 160db re 1 μ Pa, 180db re 1 μ Pa, 190db re 1 μ Pa. In caso di *Power Down* (vedi sezione pratica (lettera e), stabilire anche i raggi di propagazione di 180db re 1 μ Pa e 190db re 1 μ Pa

relativi alla potenza ridotta. Ad esempio, un *array* di X *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 ed 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 a 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 minuti 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 è durata meno di 8 minuti. In tutti gli altri casi, deve essere ripetuto il *Ramp Up*. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso in cui il monitoraggio degli MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso in cui la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD.
- i) I *Ramp Up* durante le ore notturne sono fortemente sconsigliati, date le oggettive difficoltà di rivelazione visiva degli animali. Possono comunque avvenire solo in caso in cui la sorgente non sia mai stata spenta per più di 8 minuti consecutivi.
- j) Prevedere che l'equipaggiamento per il monitoraggio visivo includa idonei binocoli (7x50, almeno uno per operatore in servizio), compresi *big eyes* (25x150, uno in caso di visione a 360 gradi, due, uno per lato, in caso di visione laterale limitata), da utilizzare secondo il protocollo di monitoraggio, che deve tenere in considerazione la rotazione degli operatori (secondo gli schemi solitamente adottati e accettati).
- k) Registrare ogni avvistamento e contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali sia in un file con funzione di archivio che nel programma di log e visualizzazione geografica. Si suggerisce

di utilizzare un solo programma che svolga entrambe le funzioni per evitare un doppio carico di lavoro per gli MMO.

- l) Registrare una linea di log ogni mezz'ora riportando i dati geografici, temporali e meteorologici e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota.
- m) Effettuare il monitoraggio acustico per tutta la durata delle emissioni acustiche attive e, in generale, per il maggior tempo possibile anche quando la sorgente è spenta.
- n) Le registrazioni acustiche andrebbero effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e comunque per tutto il periodo in cui l'*array* è in mare e operativo. Le stesse andrebbero conservate per almeno un anno dopo il termine dell'esperimento.
- o) Anche per il monitoraggio acustico, prevedere un *software* che assista l'operatore nella descrizione del contenuto delle stesse e compilare una linea di log ogni 30 minuti e ogni qual volta si verifichi un evento degno di nota.
- p) Effettuare il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica full band per le bande infra e ultra soniche.
- q) L'operatore acustico deve essere in contatto sia con il *team visual* che con i tecnici della sorgente per assicurare la piena sincronia delle operazioni.
- r) Adattare la sequenza di linee di *survey* tenendo conto di ogni prevedibile movimento degli animali all'interno dell'area delle operazioni ed evitando di bloccare rotte di fuga. Nel caso di operazioni in prossimità di golfi e insenature, procedere sempre dall'interno verso l'esterno e mai viceversa.
- s) Le sorgenti ad alta potenza dovrebbero possibilmente essere interrotte durante la notte, durante altri periodi con scarsa visibilità e durante condizioni di trasmissione in superficie favorevole, in quanto il monitoraggio delle EZ risulta compromesso.
- t) Il monitoraggio acustico passivo (PAM) deve essere effettuato con cortine di idrofoni trainati (*hydrophone arrays*) o con altra idonea tecnologia con larghezza di banda e sensibilità sufficienti a captare le vocalizzazioni nell'intera gamma di frequenze utilizzate dai Cetacei attesi nell'area.
- u) Assicurare almeno due osservatori *visual* durante le ore diurne e un acustico 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;
- E' 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 Sud della Regione Sicilia e le acque marine antistanti l'area relativa all'istanza di permesso di prospezione.

Sono state analizzate le seguenti tematiche:

- Zone costiere facenti parte di aree naturali protette o soggette a misure di salvaguardia (Legge 394/1991);
- 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 (ex L. 41/82) e Zone marine di tutela biologica (Legge 963/1965);
- Zone marine e costiere interessate da "*Important Bird Areas*" (IBA);

- Aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004, comprendenti anche Zone archeologiche marine (ex Legge 1089/39);
- 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 Sicilia (pti.regione.sicilia.it/);
- 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 prospezione, 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.

Nei paragrafi seguenti verranno elencate quelle presenti lungo le coste siciliane prospicienti l’area in istanza.

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 2.3 si riporta l’ubicazione dei parchi nazionali presenti sul territorio Italiano.

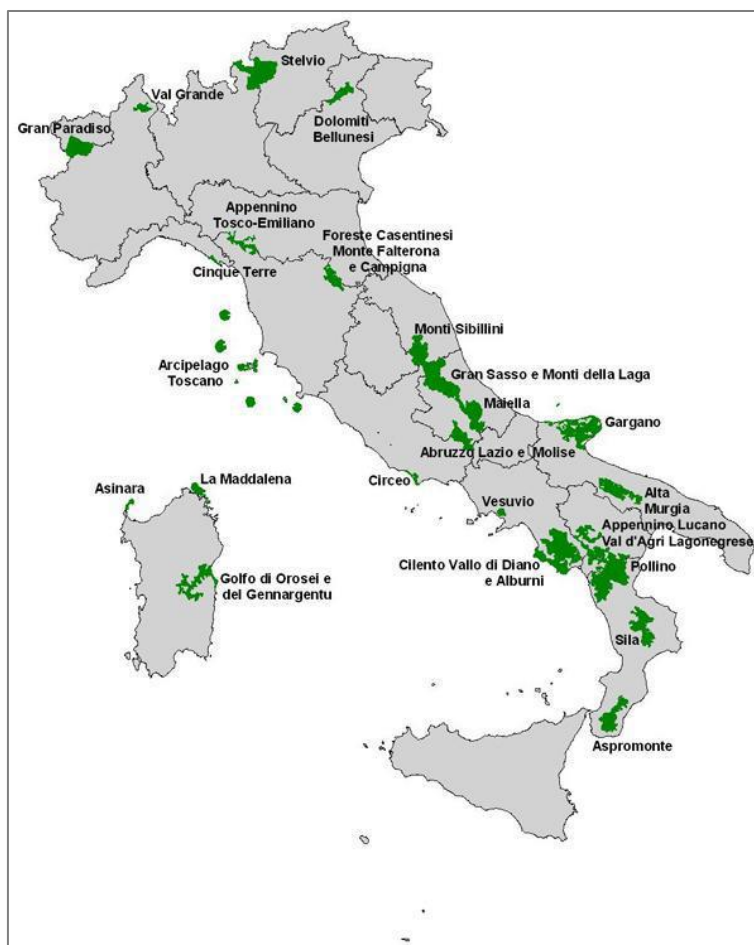


Figura 2.3 - Mappa dei Parchi Nazionali presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)

Nella Regione Sicilia non sono presenti parchi naturali nazionali.

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.

Non ci sono parchi regionali a mare nella zona oggetto d'interesse.

2.4.1.3 Riserve naturali

Le Riserve naturali sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, ossia 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.

Non sono presenti riserve naturali Statali nella zona oggetto d'interesse.

Riserve Naturali Regionali presenti lungo la costa Siciliana antistante l'area oggetto d'indagine:

Nome	Estensione (ha)
Foce del Fiume Platani	206,88

Tabella 2.1 - Riserve Naturali Regionali nelle coste antistanti l'area oggetto d'indagine

Con D. Ass. Terr. e Amb. 4 luglio 1984, n. 216 è stata costituita e delimitata la riserva naturale “Foce del Fiume Platani”, ricadente nei comuni di Cattolica Eraclea e Ribera. Il decreto di costituzione prevedeva che la gestione della riserva venisse affidata all’Azienda Foreste con successivo decreto, da emanarsi entro un anno dalla data di emissione del decreto di costituzione. Il decreto di affidamento avrebbe dovuto contenere anche la convenzione di affidamento ed il regolamento. Con DD. Ass. Terr. e Amb. 13 marzo 1985, n. 101 e 28 marzo 1986, n. 149, il termine fissato di un anno veniva prorogato di altri due anni. Con D. Ass. Terr. e Amb. 30 maggio 1987, n. 833, veniva emanato il regolamento della riserva. Con D. Ass. Terr. ed Amb. 8 febbraio 1988, n. 130, notificato all’Azienda Foreste con nota Ass. Terr. e Amb. prot. n. 6420 del 10/02/1988, la gestione della riserva è stata affidata all’Amministrazione Forestale. Con D. Ass. Terr. ed Amb. 26 maggio 1988, n. 756, registrato alla Corte dei Conti in data 2 agosto 1989 reg. n.1 fg. n. 389, veniva approvata la convenzione di affidamento di questa ed altre riserve all’Azienda Foreste Demaniali R. S., ma per quest’ultima l’impegno alla gestione decorreva già dalla data di sottoscrizione (8 marzo 1988).

Anche non rientrando nella zona oggetto d’istanza di prospezione geofisica, per completezza di trattazione verrà descritta la Riserva Naturale “Foce del Fiume Platani” nel capitolo 4.5.

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 che, per le loro caratteristiche, possono essere considerate di importanza internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar.

L’atto venne 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 the Nature Conservation*) 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 e inseriti nell’elenco d’importanza internazionale stilato ai sensi della Convenzione di Ramsar. Si tratta di 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. 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.

Nella Figura 2.4 si riportano le aree riconosciute di importanza internazionale secondo i criteri Ramsar presenti nel territorio Italiano.

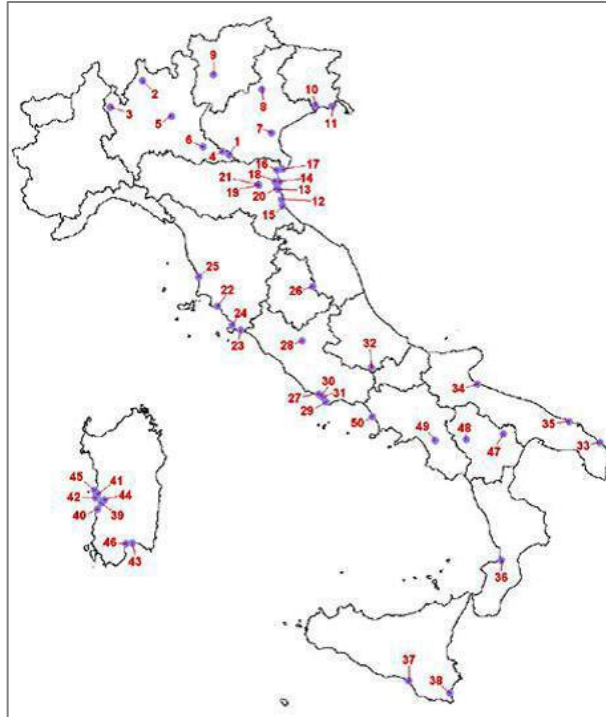


Figura 2.4 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/zone-umide-di-importanza-internazionale)

Nella zona oggetto d'indagine non rientrano zone di Interesse.

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 prospezione non include al suo interno alcun SIC o ZPS.

Per completezza di trattazione, in Tabella 2.2, si riportano i SIC e le ZPS presenti lungo le coste Siciliane antistanti la zona di prospezione geofisica, mentre per una descrizione completa dei SIC e delle ZPS individuate si rimanda al capitolo 4.5.

Tipo	Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
SIC	ITA010011	Sistema dunale Capo Granitola, Porto Palo e Foce del Belice	48,5
SIC	ITA010020	Isola di Pantelleria - Area Costiera, Falesie e Bagno dell'Acqua	14,2
SIC	ITA040001	Isola di Linosa	24,1
SIC	ITA040002	Isola di Lampedusa e Lampione	44,3
SIC	ITA040003	Foce del Magazzolo, Foce del Platani, Capo Bianco, Torre Salsa	35,6
SIC	ITA040004	Foce del Fiume Verdura	42,6
SIC	ITA040010	Litorale di Palma di Montechiaro	26,8
SIC	ITA040012	Fondali di Capo San Marco - Sciacca	42,7
SIC	ITA040014	Fondali delle Isole Pelagie	23,2
SIC	ITA040015	Scala dei Turchi	32,1
SIC	ITA050001	Biviere e Macconi di Gela	41,5
SIC	ITA050011	Torre Manfria	35,4
ZPS	ITA010030	Isola di Pantelleria e area marina circostante	12,9
ZPS	ITA040013	Arcipelago delle Pelagie - area marina e terrestre	22,7
ZPS	ITA050012	Torre Manfria, Biviere e Piana di Gela	35,3

Tabella 2.2 - Tabella riassuntiva delle aree Rete Natura 2000 più vicine all'area in istanza di permesso di prospezione

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. Inoltre, il D.P.R. 27 marzo 2001 n. 178, che regola l'organizzazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, assegna alla Direzione per la Difesa del mare - Dipartimento per le risorse idriche, le competenze in materia di tutela della Biodiversità marina e delle specie marine protette nonché dell'ambiente marino circostante nel suo complesso. In base a tali competenze, il Servizio realizza azioni mirate alla tutela e alla gestione delle specie segnalate dagli accordi internazionali sottoscritti come prioritarie per il Mediterraneo, il cui stato di conservazione risulta particolarmente minacciato. Tali aree sono costituite da 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:

1. 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.
2. 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.
3. 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)

La Convenzione di Barcellona del 1978, ratificata con legge 21 Gennaio 1979 n. 30, relativa alla protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, nel 1995 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

Le aree marine protette istituite in Italia (Figura 2.5) sono 27, oltre a 2 parchi sommersi, che tutelano complessivamente circa 228.000 ettari di mare e circa 700 chilometri di costa.



Figura 2.5 - Aree marine protette nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-istituite)

Nell'area oggetto di studio non rientra alcuna area marina protetta.

Per completezza di trattazione in questo studio verrà considerata l'area marina protetta "Isole Pelagie", di cui verrà fornita una descrizione completa nel capitolo 4.5.

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.

In Figura 2.6 si mostrano le aree di prossima istituzione individuate nel territorio italiano.

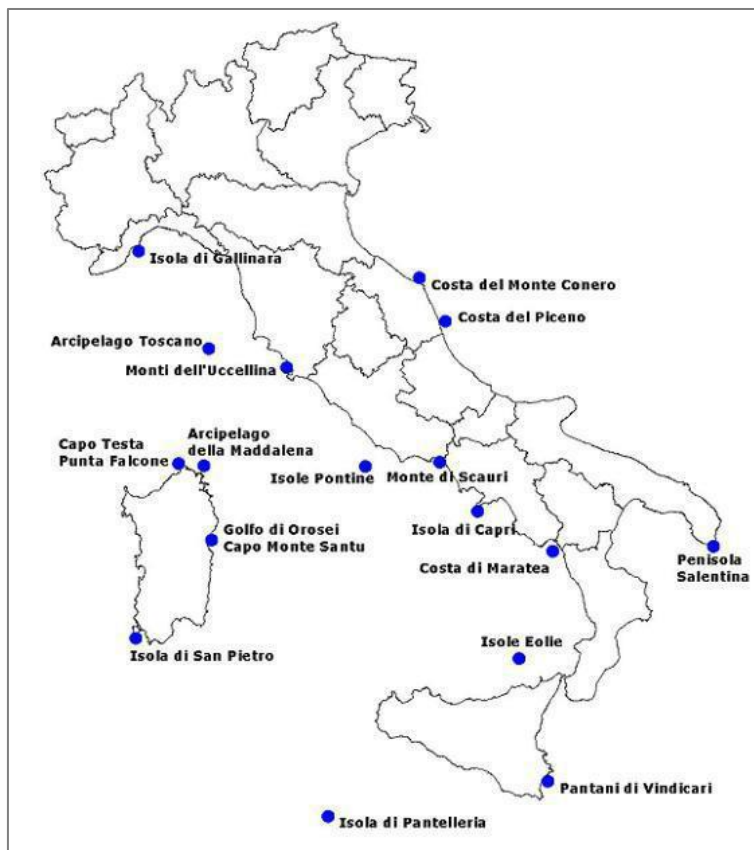


Figura 2.6 - Aree Marine Protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it/pagina/aree-marine-di-prossima-istituzione)

Nell'area oggetto di studio non rientrano aree marine protette di prossima istituzione.

Per completezza di trattazione verrà descritta in modo approfondito, nel capitolo 4.5, l'area marina di prossima istituzione "Isola di Pantelleria".

2.4.3.4 Aree marine di reperimento

Le 48 Aree marine di reperimento finora individuate (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) sono state 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 2.7 sono rappresentate solo quest'ultime, definite genericamente "aree marine di reperimento".



Figura 2.7 - 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)

Nell'area istanza di permesso di prospezione non rientrano aree marine di reperimento.

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

Le Zone di Tutela Biologica vengono generalmente istituite ai fini di salvaguardia e ripopolamento delle risorse marine mediante decreto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.

Con i Decreti Ministeriali, il D.M. 16 giugno 1998, il D.M. 19 giugno 2003 e il D.M. 22 gennaio 2009, sono state istituite diverse 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.

Nello "Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei mari Italiani" del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, si porta che le ZTB più prossime alla GSA 16 sono:

- *Maltese Fisheries Management Zone*, afferente alla GSA 15;
- L'area di Ripopolamento il "Mammellone", situata a Sud-Ovest di Lampedusa nelle acque internazionali della GSA 13.

Con i suoi 1483,9 chilometri di costa complessiva, la Sicilia ospita le più dissimili e allo stesso tempo favorevoli condizioni in diversi settori per ospitare aree idonee al ripopolamento ittico. Non è un caso che lungo le sue coste, attraverso i diversi territori provinciali, abbondino i diversi consorzi di ripopolamento ittico (Figura 2.8).



Figura 2.8 - Panoramica dei Consorzi di ripopolamento ittico lungo le zone costiere siciliane (fonte: www.consitticoct.it)

In Figura 2.9, sono riportate le principali oasi di ripopolamento presenti in Sicilia (evidenziate con un cerchio verde):

- Golfo di Castellammare (TP), istituita nel 1981, ha un margine litorale di 70 chilometri e si estende per un'area di 30.000 ettari;
- Golfo di Patti (ME) nata in contemporanea a quella di Castellammare (1981);
- Golfo di Catania, la cui data di istituzione è riconducibile al 1995.



Figura 2.9 - Localizzazione dei principali consorzi titolari delle oasi di ripopolamento in Sicilia, delle barriere artificiali realizzate o di prossima realizzazione (fonte: *Le oasi di ripopolamento del Golfo di Castellammare*, 2006)

Altre agenzie o consorzi che hanno realizzato o pianificato barriere artificiali nell'ottica del ripopolamento sono le Province Regionali di Palermo, di Agrigento e di Ragusa. Sempre nella stessa immagine è riportata l'ubicazione delle barriere artificiali già realizzate e di prossima realizzazione (segnalate da un asterisco).

Dalle informazioni reperite si conclude che nell'area oggetto d'interesse non ricadono né Zone di Tutela Biologica, né zone di ripopolamento di ripopolamento ittico.

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

Le IBA sono aree che 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.

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).

Le IBA oggi 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.

Di seguito, in Tabella 2.3, sono elencate le IBA presenti lungo la costa sud della Regione Sicilia (Figura 2.10) e delle quali verrà data una descrizione più approfondita nel capitolo 4.5.

Codice	Nome del Sito
IT168	Pantelleria e Isole Pelagie
IT162	Zone umide Mazaresi

Tabella 2.3 - Tabella riassuntiva delle Important Bird Areas presenti lungo la costa Siciliana

Nel capitolo 4.5 verranno descritte le IBA sopracitate al fine di fornire un quadro ambientale completo della costa antistante l'area di prospezione geofisica.

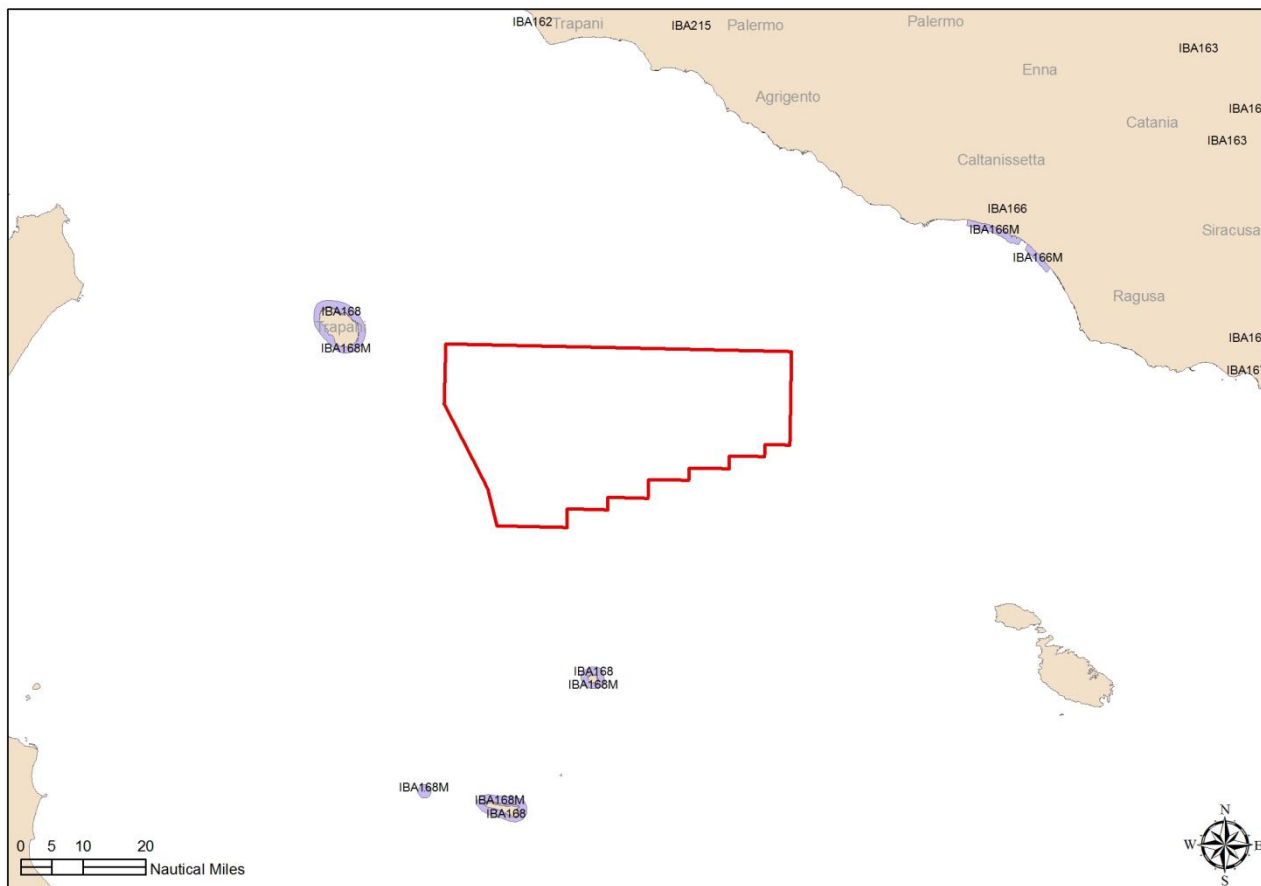


Figura 2.10 - Important Bird Areas (IBA) presenti lungo le coste meridionali della Sicilia e le isole, evidenziate in viola, con indicazione dell'area in istanza, indicata in rosso

2.4.6 Zone archeologiche marine

Uno dei principali strumenti di tutela del patrimonio culturale situato sui fondali dei bacini acquatici è costituito dalla Convenzione Internazionale sulla Protezione del Patrimonio Culturale Subacqueo, adottata alla Conferenza generale dell'UNESCO a Parigi il 2 novembre 2001, e recentemente ratificata dall'Italia.

Questa Convenzione ha lo scopo di consentire alle parti contraenti di proteggere e valorizzare al meglio il loro patrimonio anche in mare, limitando i fenomeni di sciacallaggio e di sfruttamento incondizionato, confermando ed ampliando i principi di base da adottare per la tutela dei beni archeologici sommersi, per i quali in Italia si applicano gli stessi principi adottati per i beni archeologici di sottosuolo.

Il patrimonio culturale subacqueo è costituito da tutte le tracce di esistenza umana (strutture, edifici, resti umani, navi, aerei e veicoli affondati e il loro carico, oggetti preistorici) di carattere culturale che siano state sommerse, in parte o in toto, da almeno cento anni. Tra i principi fondamentali, oltre alla tutela di tale patrimonio, sono promossi la conservazione in sito dei reperti, il divieto di sfruttamento ai fini commerciali, il rispetto dei resti umani sommersi, e sono sancite linee guida per la qualifica degli operatori e le metodologie di conservazione e gestione dei siti.

La Convenzione UNESCO comprensiva dell'Allegato, già ratificati in Italia con la L. 157 del 23 ottobre 2009 (Legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo), sono entrati in vigore in data 8 aprile 2010.

Nell'art. 5 della summenzionata Legge si sottolinea 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 all'Autorità marittima più vicina (www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea).

Inoltre, l'art. 8 assegna al Ministero per i beni e le attività culturali il ruolo di autorità competente per le operazioni di inventariazione, protezione, conservazione e gestione del patrimonio culturale subacqueo, in ottemperanza dell'art. 22 della Convenzione.

Prima dell'entrata in vigore della L. 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 già recepito le previsioni dettate dalla Convenzione e dal relativo Allegato, in particolare per quanto riguardava i beni storico-archeologici rinvenuti nella fascia di mare compresa tra le 12 e le 24 miglia marine dalla costa, detta anche "fascia archeologica" (Legge 8 febbraio 2006, n. 61, "Istituzione di zone di protezione ecologica oltre il limite esterno del mare territoriale", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 52 del 3 marzo 2006). Le "zone di protezione ecologica" previste dalla legge 61/2006, costituiscono una parziale attuazione della zona economica esclusiva o ZEE. Anche la loro delimitazione risente delle stesse difficoltà che sorgono per la delimitazione delle zone economiche esclusive (limite delle 200 miglia marine).

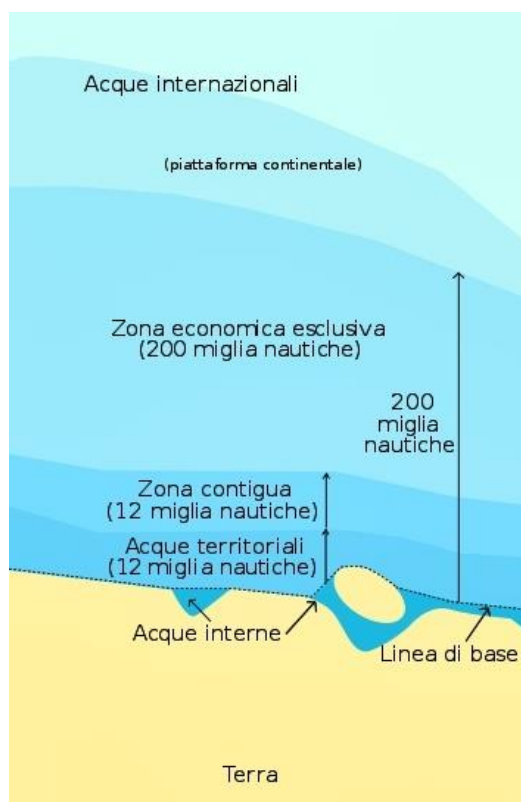


Figura 2.11 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: wikipedia, tradotto da www.assemblee-nationale.fr/13/europe/rap-info/i2618.asp)

I siti marini di interesse storico-archeologico in Sicilia sono studiati e tutelati dalla Soprintendenza del Mare, struttura istituita con la legge finanziaria 2004 nell'ambito del Dipartimento regionale dei Beni culturali e dell'Identità siciliana, che si occupa di ricerca, censimento, tutela, vigilanza, valorizzazione e fruizione del patrimonio archeologico subacqueo, storico, naturalistico e demo-antropologico dei mari siciliani e delle sue isole minori (Art. 28 L.R. 21 del 29/12/2003 – Legge Finanziaria 2004).

Le varie Capitanerie di Porto di competenza, su richiesta del Servizio Soprintendenza Beni culturali e ambientali del Mare, emettono delle Ordinanze di regolamentazione nei siti subacquei di interesse storico,

al fine di tutelarli all'interno del loro contesto ambientale e di valorizzarli attraverso una eventuale fruizione compatibile in grado di consentirne un monitoraggio ed una gestione dei siti nel tempo, ovviamente con il concorso degli operatori del settore e delle varie associazioni (www.regione.sicilia.it/beniculturali/archeologiasottomarina/relitti.htm).

In Figura 2.12 si riporta una mappa schematica che indica i ritrovamenti di interesse archeologico e le aree regolamentate nei mari della Sicilia, realizzata a cura della Soprintendenza del Mare. Si sottolinea che né all'interno né nelle immediate vicinanze dell'area in istanza di prospezione sono presenti siti tutelati dalla Soprintendenza del Mare. Come si può notare, infatti, tali aree si localizzano a ridosso della costa e quindi si trovano distanza notevole dall'area in esame; basti pensare che l'area più vicina si trova ad una distanza minima di circa 29 miglia nautiche.

Per offrire una trattazione completa, sono stati considerati i ritrovamenti nel tratto di costa siciliana prospiciente l'area di prospezione, che risulta delimitato ad ovest dal Mazara del Vallo e ad est da Gela (riquadro bianco tratteggiato in Figura 2.12), cui si aggiungono due siti in prossimità di Lampedusa e Lampione. In questo tratto di mare ricadono soli 6 siti, i cui caratteri salienti sono elencati in Tabella 2.4.

Si tratta di tre navi da carico, una nave militare, un aereo militare e un reperto di artiglieria pesante. A questi, si aggiungono i relitti del (probabile) dragamine statunitense USS Sentinel affondato durante la Seconda Guerra Mondiale a sud di Licata, ed un peschereccio non identificato al largo di Campobello di Mazara. Essi non sono caratterizzati da ordinanze, ma citati nel database del sito internet www.relitti.it. Con Ordinanza n. 50 del 16/11/2005 della Capitaneria di Porto di Mazara del Vallo inoltre si tutela l'area di ritrovamento di un relitto di una nave al largo di Capo Feto e Tonnarella.

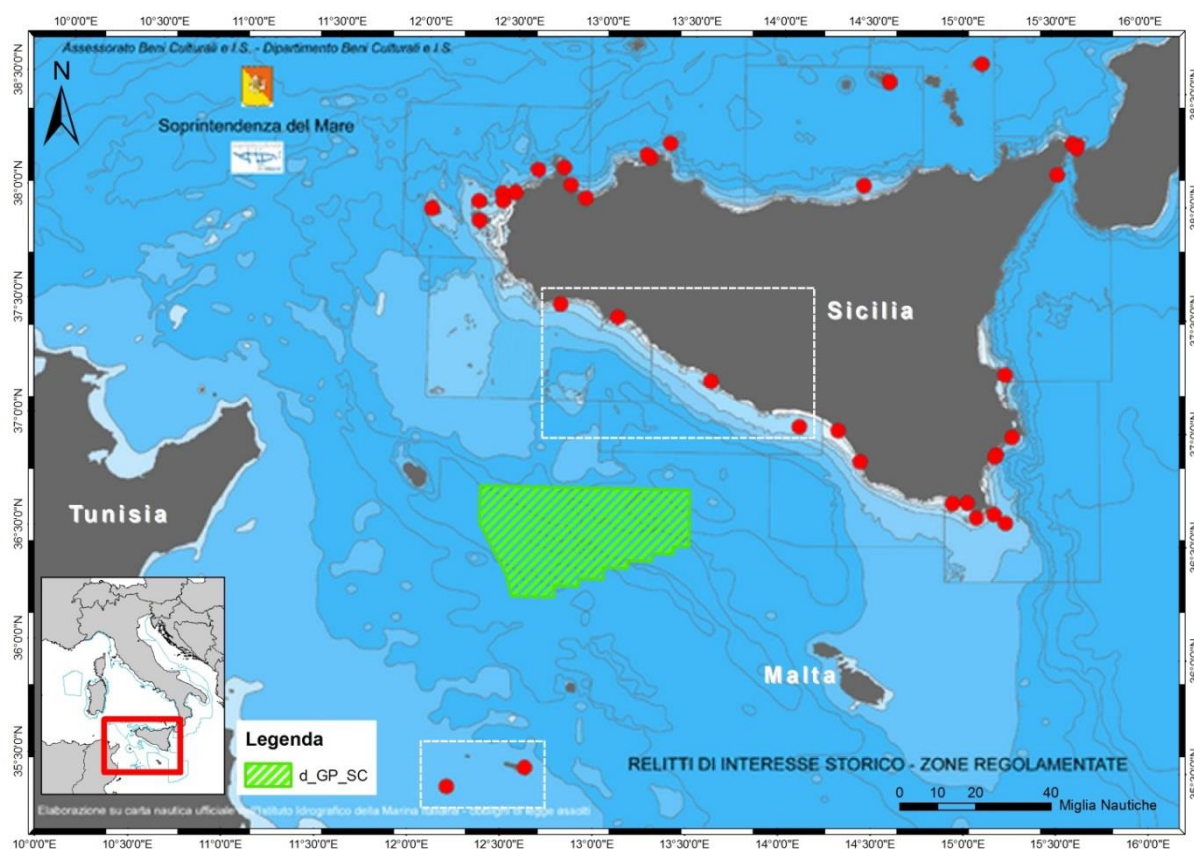


Figura 2.12 – Mappa con ubicazione dei relitti di interesse storico e delle zone regolamentate nei mari siciliani, indicate con il pallino rosso, corredata del blocco in istanza di prospezione colorato in verde. I riquadri bianchi tratteggiati indicano le località in cui ricadono i relitti indicati nella tabella seguente (fonte: www.regione.sicilia.it/beniculturali/archeologiasottomarina/relitti.htm)

Nome relitto	Tipologia	Località	Periodo storico	Descrizione	Ordinanza	Comando Ordinanza
MARIN SANUDO	Nave da carico	Lampione	Contemp., XX sec	Motonave italiana del 1926 affondata da un sommergibile il 5 marzo 1942	n.26 del 20/12/07	Lampedusa – Ufficio Circondariale Marittimo
"Cannoni di cala Pisana"	Artiglieria in ferro	Lampedusa	Moderno, XVII sec?	Pezzi d'artiglieria ad avancarica, in ferro colato	in corso di nuova definiz. (ex n. 62/2004, Capit. Porto Empedocle)	Lampedusa – Ufficio Circondariale Marittimo
"Relitto di scoglio Bottazza"	Nave da carico	S. Leone, Scoglio Bottazza (AG)	Moderno, XVII sec?	-	31 del 14/07/99	Porto Empedocle - Capitaneria di Porto
FIAT BR 20 ?	Aereo militare	Campobello di Mazara	Contemp., XX sec	Aereo abbattuto durante la 2^ G.M.	n. 63 del 07/10/08	Mazara del Vallo - Capitaneria di Porto
CUMA / NICTHEROY	Nave da carico	C. da Manfria, Gela	Contemp., XX sec	Nave da carico inglese del 1920, silurata e affondata come nave italiana, il 18 ottobre 1940	in corso di definizione	Gela - Capitaneria di Porto
LST 313	Nave militare	C. da Bulala	Contemp., XX sec	Tank Landing Ship del 1942 della US Navy, affondata il 10 Luglio 1943, per bombardamento aereo	in corso di definizione	Gela - Capitaneria di Porto

Tabella 2.4 – Tabella riassuntiva dei siti di interesse storico-archeologico e delle zone regolamentate nei mari di Sicilia così come indicati nel sito internet della Soprintendenza del Mare della Regione Sicilia (fonte: www.regione.sicilia.it/beniculturali/archeologiasottomarina/photo/ORDINANZE%20STORICHE_SICILIA.pdf)

2.4.7 Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN)

I siti di interesse nazionale (acronimo SIN) sono aree contaminate molto estese classificate dallo Stato Italiano tra le più pericolose, nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata, sulla base della vigente normativa, un'alterazione delle caratteristiche naturali del suolo da parte di un qualsiasi agente inquinante; pertanto, tali aree sono bisognose di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari.

La loro procedura di bonifica, diversamente a quanto avviene per gli altri siti contaminati, è attribuita al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, che a seconda dei casi può avvalersi della collaborazione dell'ISPRA, delle ARPAT, dell'ISS e di altri soggetti (www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/caratterizzazione-e-documentazione).

I SIN, inizialmente 57, sono stati definiti dal D. Lgs. 22/97 (decreto Ronchi) e dal D.M. 471/99, e sono stati ripresi dal decreto 152/2006, che stabilisce una loro classificazione in relazione alle caratteristiche del sito, alla quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini sanitari e ecologici nonché di pregiudizio per i beni culturali e ambientali. La perimetrazione e l'individuazione sono state realizzate con Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, d'intesa con le diverse regioni interessate. Il D.M. 11 gennaio 2013 ha successivamente ridotto il numero dei SIN, che dai 57 iniziali sono passati a 39. Diciotto infatti (ribattezzati SIR, siti di interesse

regionale) sono stati esclusi dalla lista dei siti di bonifica di interesse nazionale e la competenza per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica all'interno essi è stata trasferita alle Regioni territorialmente coinvolte, che subentrano nella titolarità dei relativi procedimenti.

In Sicilia, i siti di interesse nazionale sono in totale 4 (Figura 2.13): n. 3 Gela (CT), n. 4 Priolo (SR), n. 25 Biancavilla (CT) e n. 38 Milazzo (ME), tutti di competenza del Ministero dell'Ambiente. Il sito più prossimo all'area oggetto di prospezione risulta essere quello di Gela, localizzato in zona costiera in prossimità della omonima città in provincia di Caltanissetta (Figura 2.14).

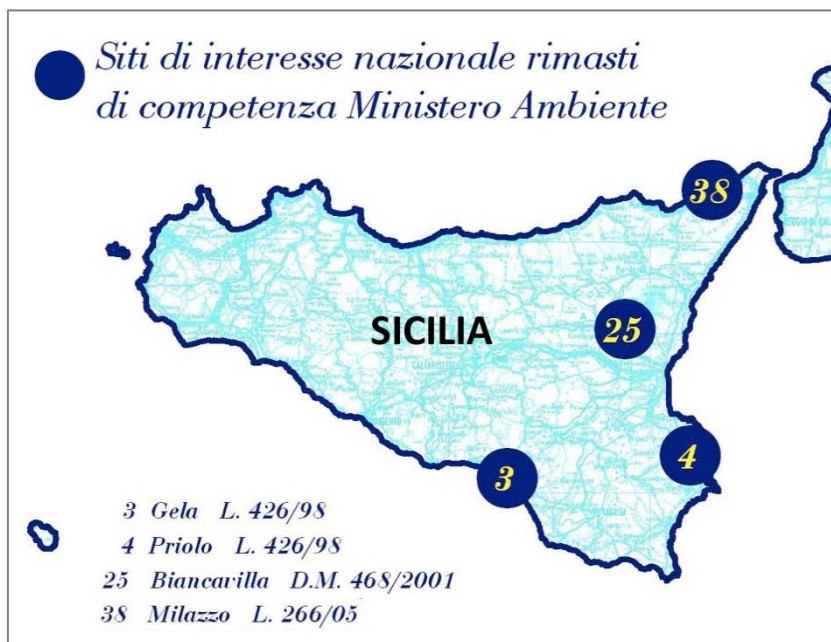


Figura 2.13 - Mappa dei siti di interesse nazionale per le bonifiche in Sicilia. Si tratta di SIN rimasti di competenza del Ministero dell'Ambiente (fonte: annuario.isprambiente.it/content/schedaindicatore/?v=10&id_ind=4314&id_area=A10&id_tema=T50 - modificata)

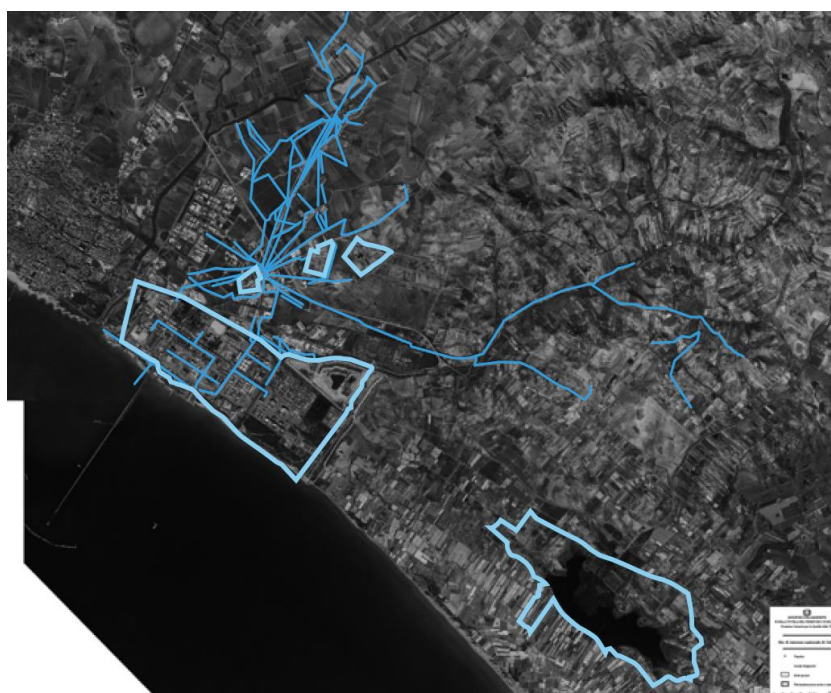


Figura 2.14 – Mappa del SIN di Gela (fonte: e&p giugno 2009 - puma.isti.cnr.it; Sogesid S.p.A, allegato tecnico)

Il SIN di Gela è stato istituito con legge 426/98 e perimetrato con Decreto di ministero dell’Ambiente 10 gennaio 2000 (pubblicato in G.U. 23/02/00). L’area si sviluppa per 795 ettari in corrispondenza del polo industriale sito a ridosso dell’abitato di Gela, e si estende anche a mare per circa 4.563 ettari.

Gli impianti che hanno causato l’inquinamento appartengono a diverse tipologie:

- Impianti petrolchimici e raffinerie (tra cui due impianti di distillazione atmosferica ed uno sottovuoto, due coking, un impianto per il cracking catalitico ed uno di alchilazione), appartenenti all’Agip Petroli, Eni – divisione Agip, Sviluppo Sardegna, Syndial e Polimeri Europa (entrambe ex Enichem);
- Centrale termoelettrica da 262 MW alimentata a petcoke, che alimenta gli impianti della raffineria;
- Impianti chimici appartenenti alla ISAF e alla Polimeri Europa.

Tra le aree di competenza pubblica vi sono le discariche di rifiuti urbani, le aree marine, le foci dei corsi d’acqua del fiume Gela e dei torrenti Gattano e Acate, cui si aggiunge l’area umida della Riserva del Lago Biviere.

Gli stabilimenti sopraccitati hanno messo in circolazione metalli pesanti (arsenico, selenio, mercurio, nichel, piombo, cadmio, ferro e manganese), idrocarburi aromatici, composti clorurati cancerogeni, ammoniaca, benzene, toluene e policlorobifenili (PCB), che hanno contaminato in maniera predominante il suolo e le acque di falda del Polo Petrolchimico.

L’area marina costiera, oltre alla contaminazione da sversamento delle acque di processo e di raffreddamento derivanti dalle lavorazioni del polo industriale, risente anche della presenza di scarichi civili non depurati e reflui delle attività portuali; inoltre sul territorio insiste una discarica di fosfogessi tra le più grandi d’Europa (Dossier Legambiente Sicilia 2014 - legambientesicilia.it/2014/04/10-04-2014-bonifiche-dei-siti-inquinati-chimera-o-realta/).

Il SIN di Gela si colloca a ridosso della costa all’interno dell’omonimo golfo, e dista dall’area che sarà oggetto di prospezione geofisica più di 40 miglia nautiche. A causa della lontananza e della posizione reciproca è possibile affermare che non vi saranno interferenze tra l’attività di prospezione e l’attività di bonifica che si svolgerà nel sopradescritto SIN.

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

Il tratto di costa siciliana prospiciente l’area di prospezione, delimitato ad ovest dal litorale di Mazara del Vallo (Provincia di Ragusa) e ad est da Gela (provincia di Caltanissetta), e che comprende tra le altre località Porto Palo, Sciacca, Porto Empedocle e Licata, si trova sotto la giurisdizione delle Capitanerie di Porto di Mazara del Vallo, Porto Empedocle e Gela, cui si affiancano numerosi altri uffici locali marittimi. Anche le isole di Lampedusa, Linosa e Pantelleria sono di competenza della Capitaneria di Porto di Porto Empedocle. La porzione di mare al largo della giurisdizione di tali Capitanerie è invece di competenza della Direzione Marittima di Palermo.

Le ordinanze emesse dalle varie Capitanerie di Porto sono consultabili nel sito internet della Guardia Costiera all’indirizzo www.guardiacostiera.it/organizzazione/showall.cfm?NAV=2&Regione=Sicilia.

Tali ordinanze e divieti alla navigazione emessi dalle Capitanerie di Porto si concentrano lungo la costa e all’interno dei porti, e non saranno interessate dall’attività di prospezione geofisica che sarà svolta nell’area in istanza, trovandosi ad una distanza minima di gran lunga superiore alle 12 miglia nautiche.

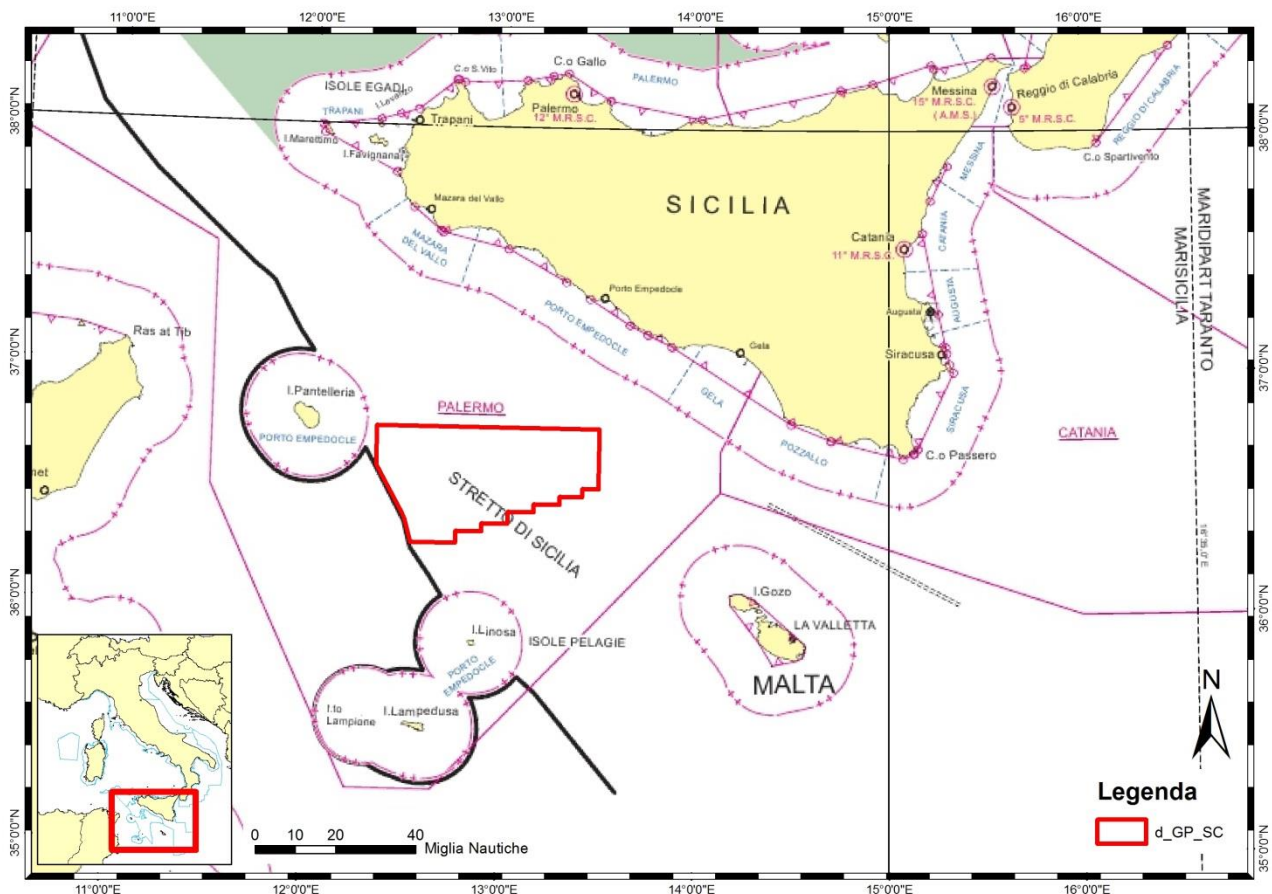


Figura 2.15 - Limiti ed aree di interesse operativo nel Canale di Sicilia (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf - modificata)

2.4.9 Aree soggette a vincoli paesaggistici

Le aree ed i beni dichiarati di notevole interesse pubblico o di interesse paesaggistico, già protette in passato ai sensi delle leggi n. 77/1922 e n. 1497/1939, fanno parte delle aree tutelate dal D. Lgs. 42/2004 “Codice dei beni culturali e del paesaggio”.

La cosiddetta “Legge Galasso”, ossia la n. 431 del 1985 (in seguito modificata dal D. Lgs. 42/2004 art. 142), identifica inoltre come aree sottoposte a vincolo paesaggistico ai sensi della legge 29/06/1939 n. 1497 quei territori costieri, anche elevati sul mare, che si collocano in una fascia di rispetto entro 300 metri dalla linea di costa.

L’area che sarà oggetto di prospezione è posta ad una distanza minima di 27 miglia nautiche dal litorale siciliano compreso tra Campobello di Mazara e Licata, a 14 miglia nautiche dal versante orientale dell’isola di Pantelleria ed a 24 miglia nautiche dal litorale nord di Linosa.

Come risulta evidente si trova a distanza notevole dalla fascia di rispetto di 300 metri stabilita dalla Legge Galasso, e non incontra nessuna area vincolata nel raggio delle 12 miglia nautiche dal suo perimetro.

Una mappa delle aree vincolate nel settore siculo del Canale di Sicilia è fornita in Figura 2.16, in cui è indicato anche il blocco in istanza di prospezione (in rosso). Con l’ovale in tratteggio bianco è evidenziato il settore di costa prospiciente l’area in esame, i cui siti vincolati costieri saranno riportati in Tabella 2.5 per completezza di trattazione.

L’ubicazione e le specifiche dei siti sono reperibili nel web-gis SITAP (Sistema Informativo Territoriale, Ambientale e Paesaggistico) messo a disposizione *on-line* dalla della Direzione generale per il paesaggio, le

belle arti, l'architettura e l'arte contemporanee, e finalizzato alla gestione, consultazione e condivisione delle informazioni relative alle aree vincolate ai sensi della vigente normativa in materia di tutela paesaggistica (sitap.beniculturali.it).

Il database SITAP contiene attualmente al suo interno le perimetrazioni georiferite e le informazioni identificativo-descrittive dei vincoli paesaggistici originariamente emanati ai sensi della legge n. 77/1922 e della legge n. 1497/1939 o derivanti dalla legge n. 431/1985 ("Aree tutelate per legge"), e normativamente riconducibili alle successive disposizioni del Testo unico in materia di beni culturali e ambientali (D.Lgs. n. 490/99) prima, e del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. n. 42/2004 e ss.mm.ii) poi.

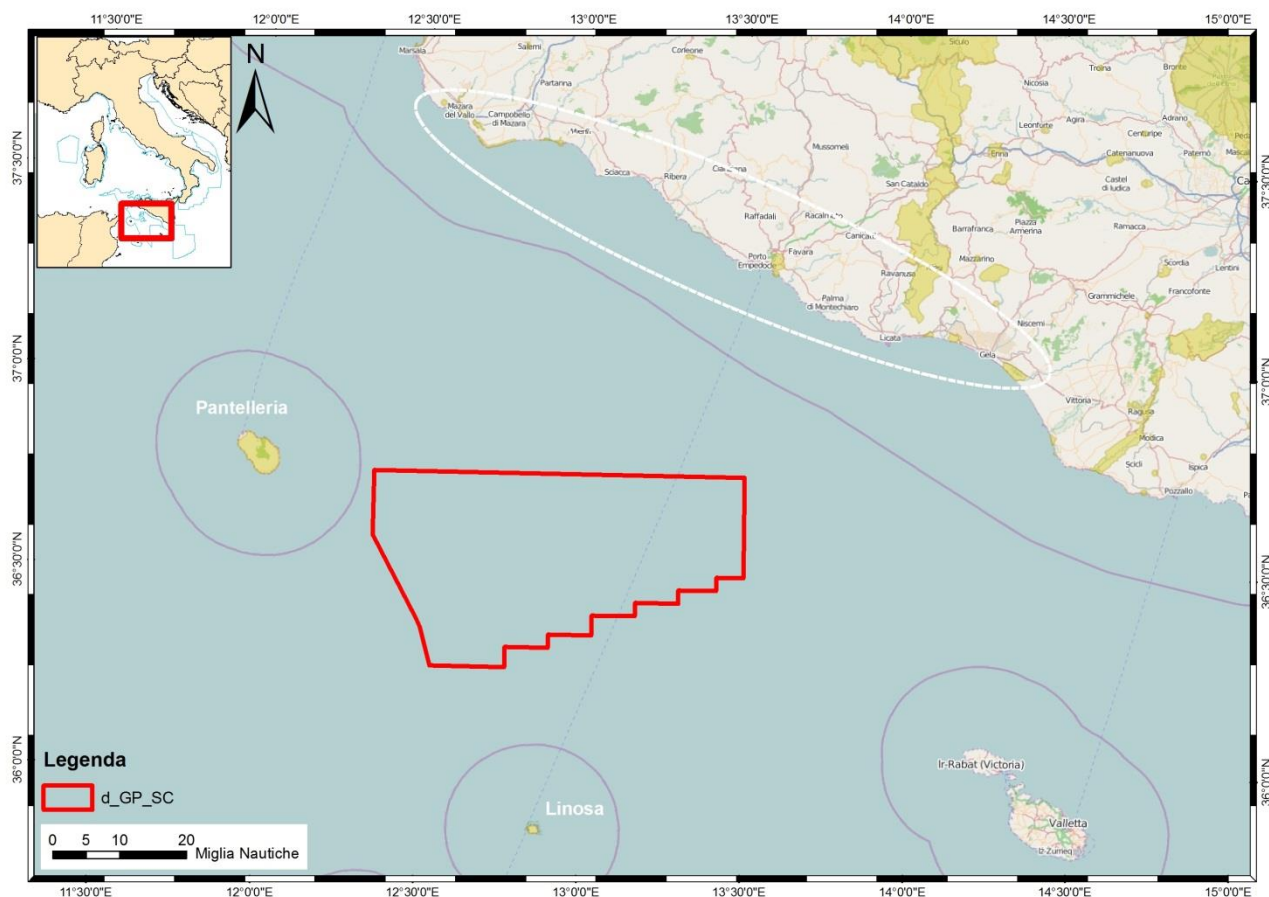


Figura 2.16 - Mappa delle aree SITAP più prossime all'area oggetto di istanza, indicata con il bordo rosso. Le SITAP all'interno dell'ovale tratteggiato e delle isole sono riportate nella tabella sottostante (fonte: sitap.beniculturali.it/, base OpenStreetMap - modificata)

Vincolo	Nome	Legge di riferimento	Decreto istitutivo
190132	FASCIA COSTIERA DEL COMUNE DI CAMPOBELLO DI MAZARA CON ESCLUSIONE DELLE ZONE DEMANIALI COMPREDENTE LE LOCALITA TORRETTA GRANITOLA CON IMPORTANTE TONNARA E DUE TORRI E TRE FONTANE CON AMPIA SPIAGGIA	L. 1497/39 A1 P3-4	02-12-1981
190134	ZONA DEL TERRITORIO COMUNALE DI CASTERLVETRANO COMPREDENTE PARTE DELLO ABITATO DI MARINELLA E LA FASCIA COSTIERA CHE CONSERVA RICCHI GIACIMENTI FOSSILIFERI DI MOLLUSCHI MARINI	L. 1497/39 A1 P3-4	17-04-1979

195001	TERRITORIO COMPRESO TRA L'ABITATO DI PORTO PALO E IL VALLONE DI GURRA DI MARE, NEL COMUNE DI MENFI	LPAG15/91	05-02-1997
190001	CITTA PERIFERIA E VALLE DEI TEMPLI DI AGRIGENTO	L. 1497/39	08-06-1966
190002	LUNGOMARE SAN LEONE IN AGRIGENTO	L. 1497/39	04-12-1967
190007	ZONA DI FALCONARA CARATTERIZZATA DALLO SVOLGIMENTO MORFOLOGICO DELLE MASSE DEL PAESAGGIO CON LE EMERGENZE DEL MASSICCO FABBRICATO DAL CASTELLO E DEL MONTE DI POGGIO LUNGO	L. 1497/39 A1	26-02-1985
190009	ZONA DI MANFRIA CARATTERIZZATA DA PODERI MEDITERRANEI LUOGO RICCO DI LEGGENDE CON VEGETAZIONE ARBUSTIVA	L. 1497/39	16-06-1984
190010	ZONA DEL LAGO DI BIVIERE ULTIMO RESTO DELLA PALUDE CARATTERIZZATO DA RIVE FATTE DI CANNETI E CON QUALCHE ISOLOTTO RIFUGIO DI RICCHISSIMA AVIFAUNA IN COMUNE DI GELA	L. 1497/39 A1	18-04-1986
190140	LA ISOLA DI PANTELLERIA HA NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO PER IL CARATTERISTICO PAESAGGIO PER LE IMPORTANTI ZONE ARCHEOLOGICHE PER LA PECULIARE ARCHITETTURA	L. 1497/39	26-07-1976
190005	IL TERRITORIO COMUNALE DI LAMPEDUSA COMPRENDE LE ISOLE DI LINOSA LAMPIONE E LAMPEDUSA CON VEGETAZIONE RUPESTRE E FAUNA	L. 1497/39 A1 P3-4	07-12-1983
195000	INTERO TERRITORIO DELLE ISOLE DI LINOSA E LAMPIONE	L. 1497/39 LPAG15/91	02-03-1997

Tabella 2.5 - Aree soggette a vincolo paesaggistico situate nelle coste della Sicilia prospicienti l'area in istanza di permesso di prospezione (fonte dei dati: sitap.beniculturali.it)

2.4.10 Aree marine militari

Alcune porzioni di mare italiano sono saltuariamente utilizzate come sede di esercitazioni navali militari di vario tipo, di unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia.

Tali porzioni sono soggette a particolari tipi di regolamentazioni (divulgate mediante apposito Avviso ai Naviganti), che possono consistere in semplice interdizione alla navigazione, avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali oppure avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali, in funzione del tipo di esercitazione.

Le imbarcazioni che si trovano a transitare in prossimità di queste zone dovranno attenersi alle disposizioni contenute nell'Avviso ai Naviganti che dà notizia dell'esercitazione in corso od in programma. Anche in mancanza di un Avviso particolare, queste 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).

Ogni zona regolamentata è indicata da un codice alfanumerico, che inizia con una lettera dell'alfabeto rappresentativa del tipo di attività motivo di interdizione o di pericolosità, seguita da più numeri: 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 territorio italiano, le zone regolamentate possono essere riassunte in 4 principali tipologie: T8, E3, M5 e S7. A queste si aggiungono 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). Queste sono identificate con una lettera, indicante il tipo di restrizione, seguita da un numero che serve per individuare la zona specifica, e sono le zone P (zona vietata), R (zona regolamentata), D (zona pericolosa). Infine si aggiungono i poligoni con fronte a mare per esercitazioni di tiro con armi portatili indicati con la sigla AP.

Le zone interdette o pericolose per la navigazione, le cui tipologie sono riassunte in Tabella 2.6, sono graficamente riportate sulla carta n. 1050 "Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni", in Scala 1:1.700.000, edita dall'Istituto Idrografico della Marina (Figura 2.17).

Tipo di regolamentazione	Codice	Descrizione
Zone interdette o pericolose per la navigazione	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
Zone soggette a restrizione dello spazio aereo	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
	AP	Poligoni con fronte a mare per esercitazioni di tiro con armi portatili

Tabella 2.6 – Riassunto delle varie tipologie di zone interdette o pericolose per la navigazione e di zone soggette a restrizioni dello spazio aereo citate nel testo (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandienti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)

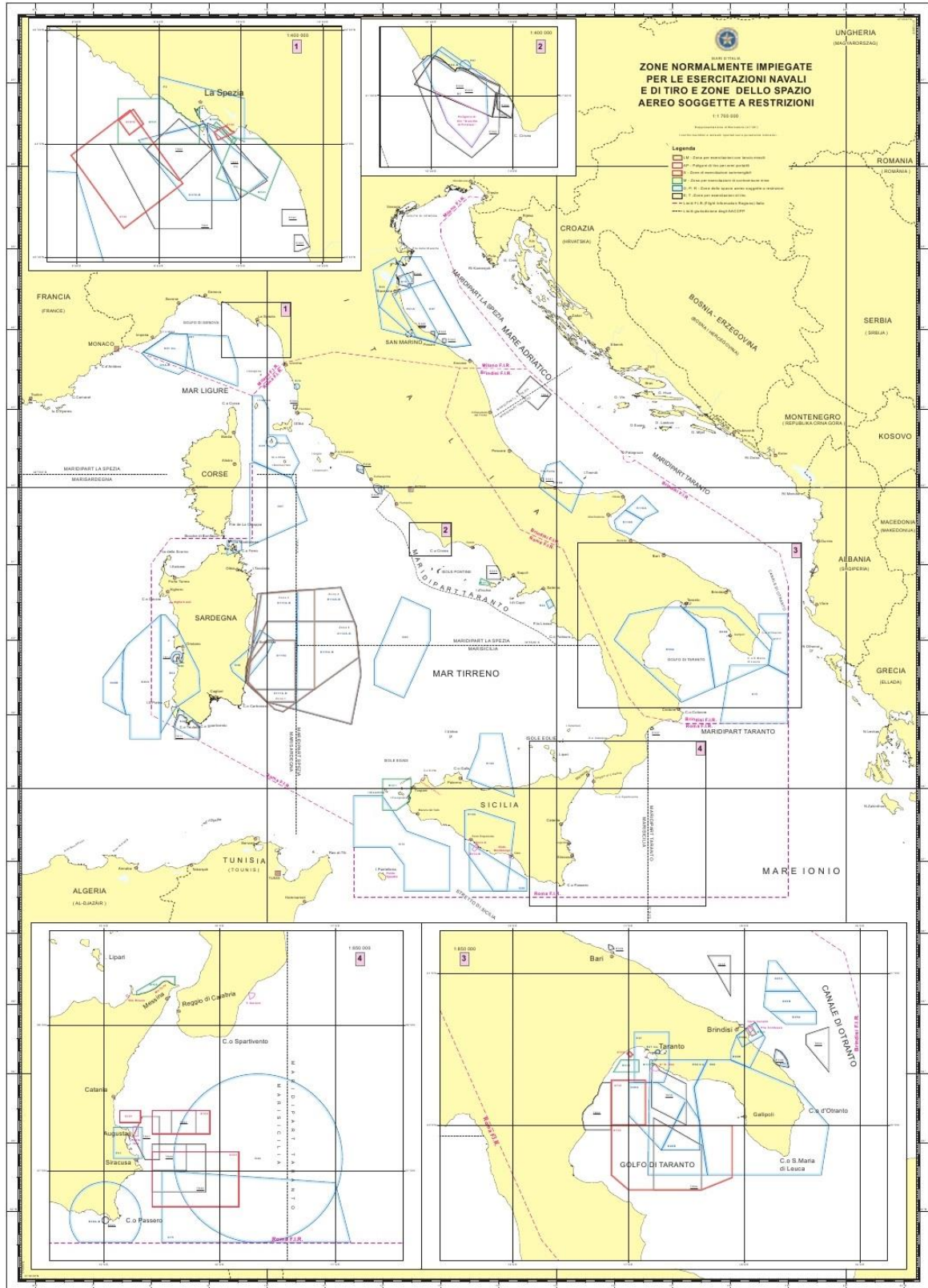


Figura 2.17 - Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall'Istituto Idrografico della Marina e scaricata dalla Premessa agli Avvisi ai Naviganti 2014 (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)

In Figura 2.18 si riporta un riassunto delle aree di mare soggette a restrizioni nello Stretto di Sicilia, ricavate dalla carta n. 1050, e la loro posizione rispetto all'area oggetto di prospezione.

Come si può notare la parte settentrionale dell'area in oggetto interseca la zona regolamentata D13, mentre il lato più orientale dell'area confina con la zona D20. In prossimità dell'area, a circa 10 miglia nautiche di distanza, si colloca inoltre la zona R106. Coordinate e breve descrizione delle tipologie di restrizioni sono fornite in Tabella 2.7.

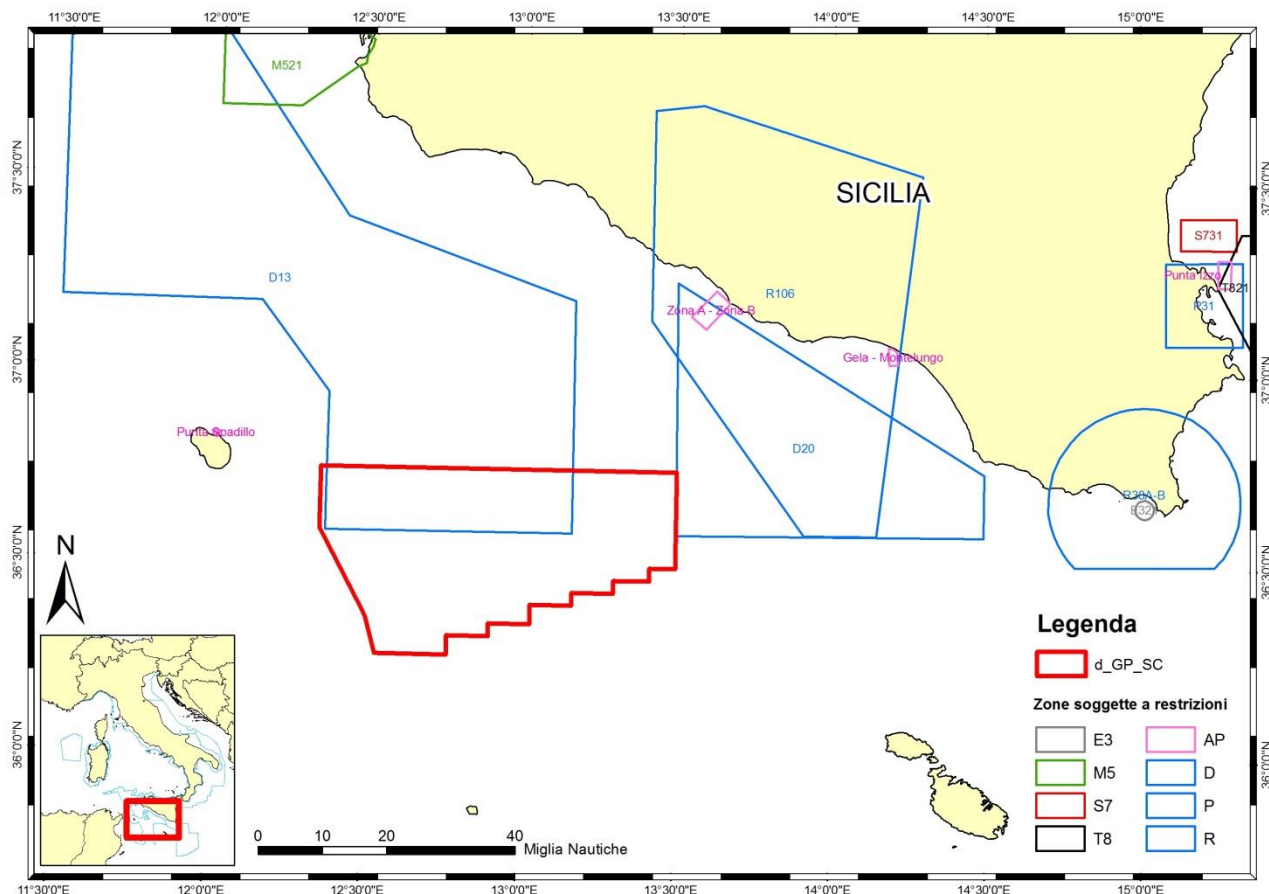


Figura 2.18 – Estratto modificato della carta n. 1050 “Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni” con indicazione dell'area in istanza di prospezione (fonte dei dati: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)

Zona	Limiti	Località	Note	Distanza dall'area
D13	37° 54' 00" N – 011° 30' 00" E 37° 54' 00" N – 012° 00' 00" E 37° 25' 00" N – 012° 25' 00" E 37° 12' 00" N – 013° 10' 00" E 36° 35' 00" N – 013° 10' 00" E 36° 35' 00" N – 012° 22' 00" E 36° 57' 00" N – 012° 22' 00" E 37° 11' 19" N – 012° 08' 30" E 37° 11' 19" N – 011° 30' 00" E 37° 54' 00" N – 011° 30' 00" E	Trapani	Spazio aereo pericoloso dalla superficie sino al livello di volo (flight-level-FL) 75 (circa 2.250 m) per intensa attività aerea militare. Orario: continuo, dal lunedì al venerdì	interseca
D20	37° 15' 00" N - 013° 30' 00" E 36° 45' 00" N - 014° 30' 00" E	Gela	Spazio aereo pericoloso da 1.500 piedi (circa 450 m) sino a 5.000 piedi (circa	adiacente

	36° 35' 00" N - 014° 30' 00" E 36° 35' 00" N - 013° 30' 00" E 37° 15' 00" N - 013° 30' 00" E		1.500 m) per intensa attività aerea militare. Orario: continuo, dal lunedì al venerdì	
R106	37° 43' 00" N - 013° 34' 30" E 37° 42' 00" N - 013° 25' 00" E 37° 09' 00" N - 013° 25' 00" E 36° 35' 00" N - 013° 55' 00" E 36° 35' 00" N - 014° 09' 00" E 37° 32' 00" N - 014° 17' 30" E 37° 43' 00" N - 013° 34' 30" E	Licata	Traffico aereo regolamentato da 6.000 piedi (circa 1.800 m) sino al livello di volo (flight level-FL) 370 (circa 11.850 m) per intensa attività aerea militare. Orario: dal lunedì al venerdì 0500-2300; festivi esclusi.	10 NM

Tabella 2.7 – Breve descrizione delle zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e delle zone dello spazio aereo soggette a restrizioni più vicine all'area oggetto di studio, rispetto alla quale è indicata la distanza minima in miglia nautiche (fonte dei dati: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)

La zona D20 è una zona soggetta a restrizione dello spazio aereo (zona pericolosa), ma è compresa tra le quote di 450 e 1500 metri, quindi non interferisce assolutamente con la superficie del mare e le attività qui svolte. La zona R106 è zona regolamentata che va da quota di circa 1.800 metri sino a circa 11.850 metri, ed anche in questo caso, a maggior ragione, non si prevedono interferenze con l'attività di prospezione.

La zona D13 è uno spazio aereo pericoloso, ossia uno spazio aereo di dimensioni definite entro il quale possono sussistere, in periodi di tempo specificati, attività pericolose per il volo degli aeromobili. Esso è compreso tra la superficie del mare e la quota di circa 2.250 metri, ed interseca una porzione piuttosto ampia dell'area in istanza di prospezione. Lo scopo dell'istituzione di una zona pericolosa è di "richiamare l'attenzione degli esercenti o dei piloti degli aeromobili sul pericolo potenziale, lasciando loro la facoltà di giudicare se tale pericolo rischia di compromettere la sicurezza degli aeromobili dei quali sono responsabili" (AIP Italia - ENR 5.1-1) Informazioni sulla reale occupazione dell'area possono essere richieste direttamente a Trapani APP.

Dal momento che la restrizione summenzionata riguarda lo spazio aereo al di sopra della superficie del mare, si ritiene estremamente difficile che si possa verificare un'interazione tra lo spazio aereo stesso e la nave che sarà utilizzata per il rilievo geofisico. La società proponente comunque si impegna a procedere con cautela nell'area in esame e di prestare estrema attenzione alle comunicazioni e agli avvisi ai naviganti che saranno emanati dalle autorità competenti durante il corso della prospezione.

2.5 Zonazione sismica

Nel 2003 i criteri di classificazione sismica del territorio nazionale sono stati aggiornati sulla base di studi e di elaborazioni recenti relativi alla pericolosità sismica del territorio, cioè sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Con Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia", l'adozione della classificazione sismica del territorio è stata delegata dallo Stato alle Regioni. Tramite l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, sono stati sanciti i principi generali in base ai quali le Regioni hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone sismiche a pericolosità decrescente, numerate da 1 a 4, nelle quali è stato classificato il territorio nazionale (www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp).

Il territorio italiano è attualmente suddiviso nelle seguenti quattro zone:

Zona sismica	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
Zona 1	E' la zona più pericolosa, in cui possono verificarsi fortissimi terremoti	$ag > 0.25$
Zona 2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti	$0.15 < ag \leq 0.25$
Zona 3	In questa zona possono verificarsi forti ma rari terremoti	$0.05 < ag \leq 0.15$
Zona 4	E' la zona meno pericolosa, in cui i terremoti sono rari	$ag \leq 0.05$

Tabella 2.8 – Zonazione sismica del territorio italiano (fonte dei dati: www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp)

Il coefficiente “ag”, ossia l’accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in un intervallo di tempo di 50 anni, è il principale parametro descrittivo della pericolosità di base utilizzato per la definizione dell’azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni).

Alcune regioni italiane si sono dotate di una classificazione particolare e “personalizzata” a seconda delle caratteristiche del territorio, ovviamente nel rispetto dei criteri stabiliti dalla normativa nazionale. Per la Sicilia la normativa regionale di riferimento è la Delibera della Giunta Regionale n. 408 del 19 dicembre 2003 (Figura 2.19), che disciplina l’individuazione, formazione ed aggiornamento dell’elenco delle zone sismiche ed adempimenti connessi al recepimento ed attuazione sul territorio regionale dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274.

Il “Piano nazionale per la prevenzione sismica” (Art. 11 Decreto Legge 28/04/2009 n. 39 convertito con la Legge 24/06/2009 n. 77), è stato attuato con le Ordinanze di Protezione Civile (OPCM) 3907/2010 (fondi annualità 2010) e 4007/2012 (fondi annualità 2011) e con l’Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile (OCDPC) 52/2013 (fondi annualità 2012). Si tratta di uno strumento nazionale che ripartisce le risorse tra le regioni in modo da finanziare studi di microzonazione sismica, interventi di rafforzamento locale o miglioramento o demolizione e ricostruzione di edifici ed opere pubbliche di interesse strategico per finalità di protezione civile e di edifici privati, in aggiunta ad altri interventi urgenti e indifferibili per la mitigazione del rischio, con particolare attenzione a situazioni di alta vulnerabilità (sit.protezionecivilesicilia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=125).

La mappa di classificazione sismica (Figura 2.19) colloca i settori delle provincie di Trapani ed Agrigento che si affacciano sullo Stretto di Sicilia e che si localizzano di fronte all’area in istanza di prospezione, all’interno della Zona Sismica 2, che prevede la possibilità di manifestazione di forti terremoti ($0.15 < ag \leq 0.25$), ed in parte nella Zona Sismica 1, ad alto pericolo sismico, con possibilità di superamento della soglia del 0.25 di ag. Le isole di Pantelleria, Linosa e Lampedusa, invece, appartengono ad una zona a basso rischio sismico. Purtroppo, la carta summenzionata si focalizza esclusivamente sulla classificazione in terraferma e non anche delle aree a mare.

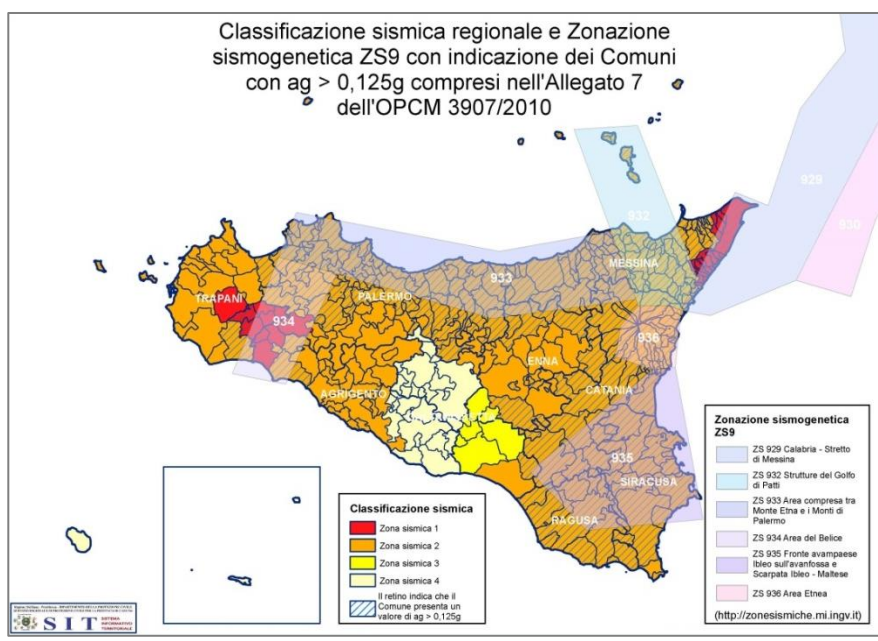


Figura 2.19 - Classificazione sismica della Sicilia così come modificata con Delibera della Giunta Regionale n. 408 19/12/2003 (fonte: zonesismiche.mi.ingv.it/class2004.html)

La mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, di cui è stato riportato uno stralcio relativo alla Sicilia in Figura 2.20, è stata redatta nel 2004 ed è consultabile nel sito internet dell' INGV all'indirizzo zonesismiche.mi.ingv.it.

Essa si basa sull'analisi dei terremoti del passato, sulle informazioni geologiche disponibili e sulle conoscenze che si hanno sul modo in cui si propagano le onde (e quindi l'energia) dall'ipocentro all'area in esame. Confrontando 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 rispetto a g (l'accelerazione di gravità).

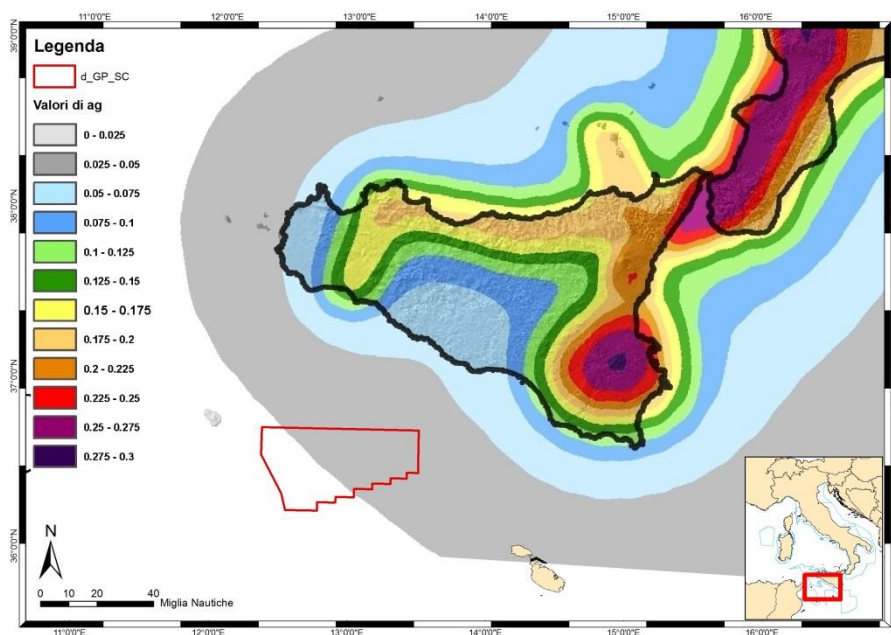


Figura 2.20 – Ritaglio della mappa di pericolosità sismica dell'Italia espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, corredata con l'ubicazione (in rosso) dell'area che sarà oggetto di prospezione (fonte: ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia - modificata)

Osservando l'estratto della mappa di pericolosità sismica di cui alla Figura 2.20, è possibile ipotizzare un valore di g puramente indicativo anche per l'area in istanza di prospezione, che si trova ai limiti di una zona caratterizzata da valori piuttosto bassi, compresi tra 0.025 e 0.050. Si parla di valore "indicativo" in quanto tale mappa è fondata su un criterio di zonazione probabilistica, la cui attendibilità risulta molto discussa da numerosi autori, ed è focalizzata particolarmente sull'*on-shore*.

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 basano 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 le eventuali lacune nei dati disponibili.

Come si può notare in Figura 2.21, utilizzando sia la zonazione sismogenetica che i nodi sismogenetici, è possibile determinare per la Sicilia un'accelerazione di picco piuttosto alta, con g superiore a 0.5 specialmente nel settore del *plateau* Ibleo. Si nota inoltre la presenza di un nodo sismogenetico nell'*off-shore* ragusano circa al largo di Santa Croce Camerina; si tratta di una regione che per sue caratteristiche geologiche e tettoniche potrebbe essere potenzialmente in grado di generare terremoti di magnitudo elevata. 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.

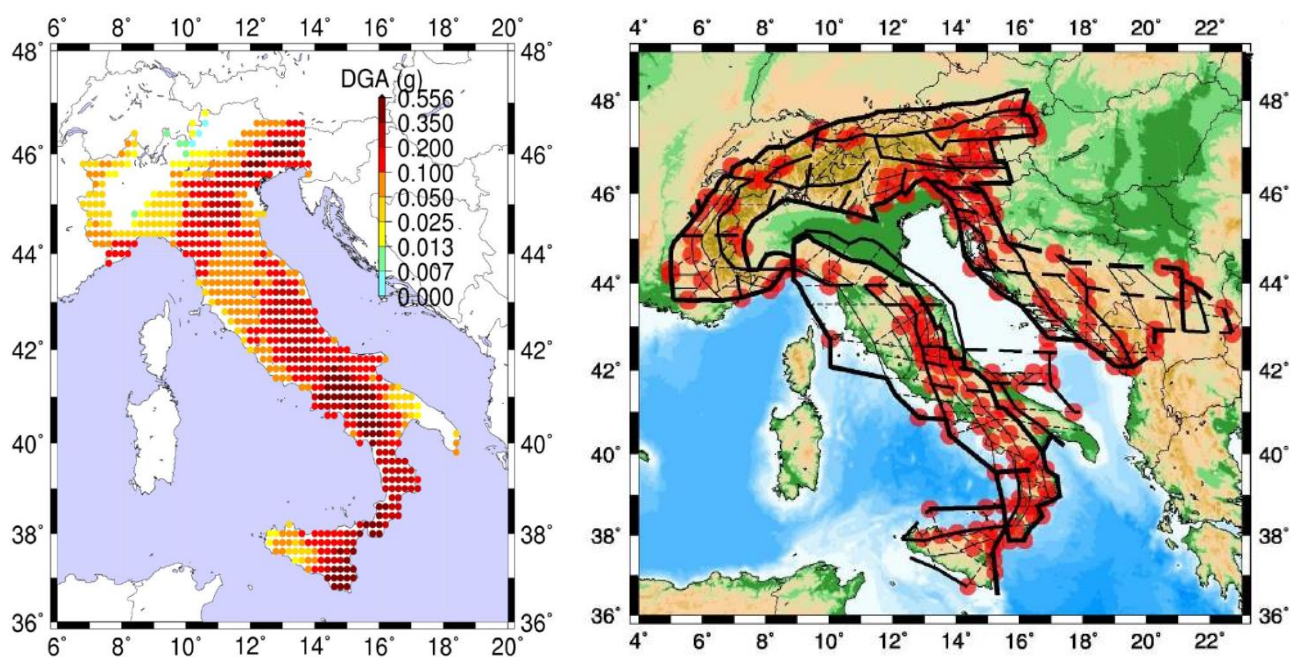


Figura 2.21 – A sinistra: DGA del territorio italiano calcolata utilizzando sia la zonazione sismogenetica (Meletti e Valensise, 2004) che i nodi sismogenetici (Gorshkov et al., 2002, 2004). A destra: zonazione morfostrutturale (in nero) e nodi sismogenetici (circoli rossi) identificati per il territorio italiano e le regioni circostanti per una $M \geq 6.0$ (Gorshkov et al., 2002; 2004) (fonte: Panza e Peresan, 2010)

Considerando i dati storici dell'ultimo trentennio (dal 1981 al 2011) è possibile osservare come il Canale di Sicilia sia stato nel passato recente sede di una discreta frequenza di terremoti di media magnitudo (Figura 2.22). Gli eventi nel periodo di riferimento si attestano su magnitudo comprese tra 4 e 5 e risultano localizzati soprattutto lungo due fasce con orientazione circa NW-SE parallele tra loro, coincidenti grossomodo con i fianchi del graben di Pantelleria.

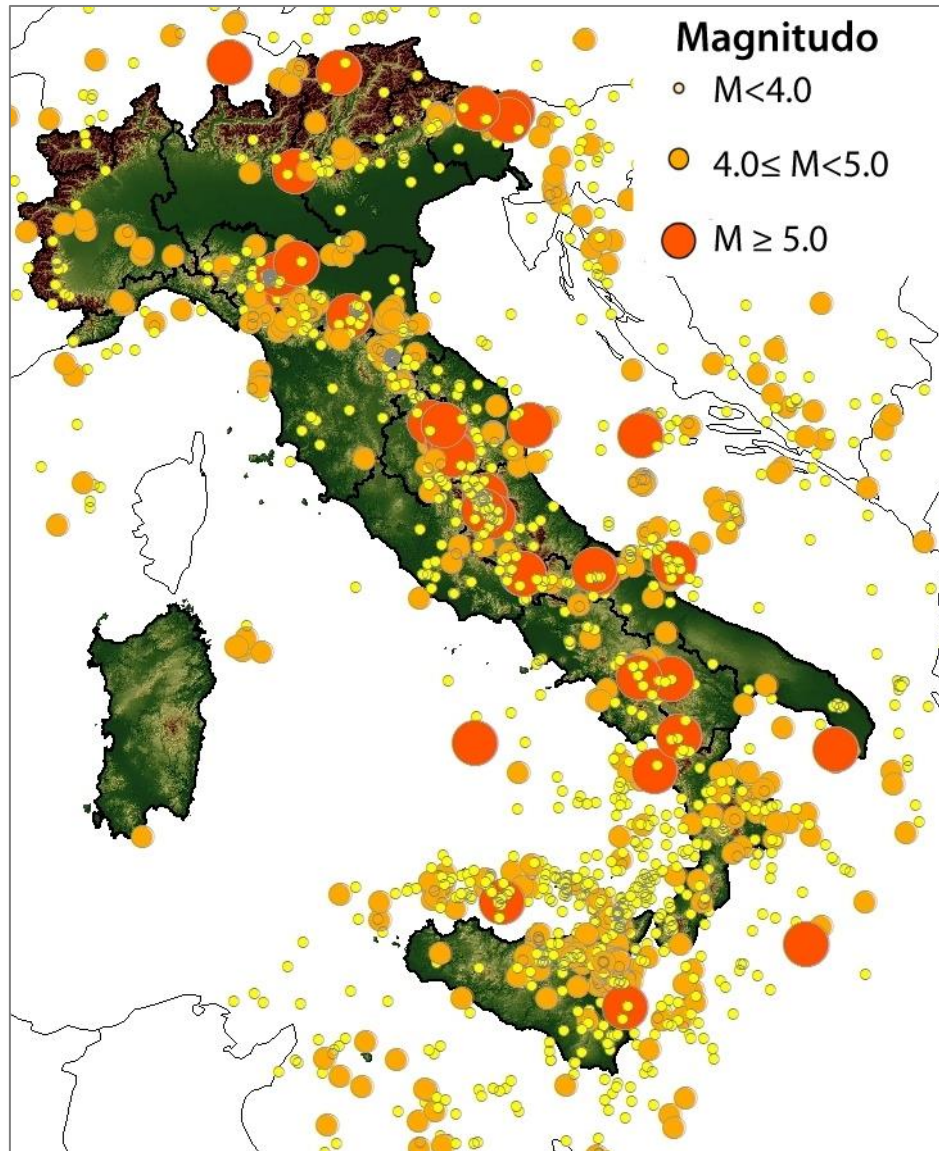


Figura 2.22 - Mappa di sismicità dal 1981 al 2011 (fonte: ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia/)

Al fine di ottenere delle informazioni più specifiche sugli eventi sismici verificatisi nell'area oggetto di prospezione è possibile interrogare il database ISIDE (*Italian Seismological Instrumental and Parametric Database*), a cura dell'INGV, disponibile *on-line* all'indirizzo internet iside.rm.ingv.it.

Nell'ambito del progetto ISIDE è stata eseguita una ricerca dei terremoti recenti, su una base temporale di trent'anni, dal luglio 1984 al luglio 2014, su una superficie di raggio 100 chilometri con centro alle coordinate: Lat 36.6N, Lon 12.8E. I risultati sono stati graficati nella mappa di Figura 2.23 e riassunti in Tabella 2.9.

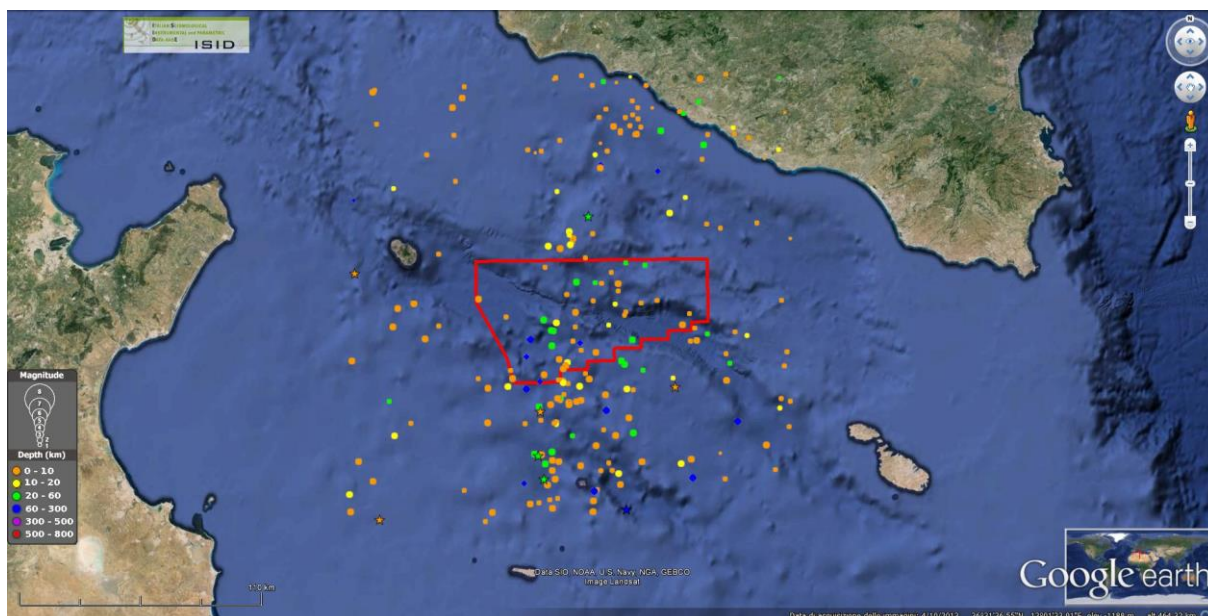


Figura 2.23 – Elaborazione dei dati sismici ricavati per l’area in esame in un periodo di 30 anni, grazie alla consultazione del database ISIDE (fonte dei dati: iside.rm.ingv.it/iside; mappa di base da GoogleEarth)

Magnitudo	Data	Prof. (km)	Magnitudo	Data	Prof. (km)	Magnitudo	Data	Prof. (km)
3.8	19/03/2009	20-60	3.0	15/09/2012	20-60	2.8	20/02/2012	0-10
3.8	28/12/1995	0-10	3.0	10/10/2009	10-20	2.7	03/06/2002	0-10
3.7	26/07/2011	10-20	3.0	24/07/2011	0-10	2.6	10/11/2012	20-60
3.5	11/03/2012	20-60	3.0	06/02/1996	0-10	2.6	29/08/2011	20-60
3.5	20/03/2009	20-60	2.9	05/05/1986	60-300	2.6	30/10/2009	0-10
3.5	21/05/1992	0-10	2.9	30/10/2013	20-60	2.6	07/07/2007	0-10
3.5	18/05/1997	0-10	2.9	11/04/2007	0-10	2.6	30/05/2010	0-10
3.5	08/05/2006	0-10	2.9	30/06/2007	0-10	2.5	25/12/1997	0-10
3.3	22/10/2012	20-60	2.9	04/11/2006	0-10	2.5	05/01/2001	0-10
3.3	17/02/1993	0-10	2.9	02/03/1995	0-10	2.5	07/07/2007	0-10
3.3	07/05/2006	0-10	2.9	25/09/2011	0-10	2.4	14/08/1994	0-10
3.1	18/02/2012	20-60	2.8	06/09/1987	60-300	2.2	13/05/1991	0-10
3.1	29/05/2008	0-10	2.8	20/08/1992	60-300	2.0	11/05/1996	0-10
3.1	20/08/1992	0-10	2.8	10/06/2004	0-10			

Tabella 2.9 - Tabella riassuntiva degli eventi sismici ricavati dal database ISIDE verificatisi all’interno dell’area oggetto di istanza di prospezione negli ultimi trent’anni (fonte dei dati: iside.rm.ingv.it/iside)

Come si evince dai dati sopra riportati, i terremoti che hanno caratterizzato l’area in esame nell’ultimo trentennio hanno raggiunto magnitudo mai superiori a 4 (evento massimo di 3.8 nel marzo 2009), e profondità variabile. La maggioranza degli eventi si localizza a profondità basse (da 0 a 10 chilometri, segnati in arancione in mappa), ma sono presenti eventi con ipocentro a media profondità (da 10 a 60 chilometri, segnati in giallo e verde) ed addirittura si sono registrati quattro sismi relativamente profondi, con ipocentro compreso tra i 60 e i 300 chilometri (in blu).

I sismi con magnitudo superiore a 4 sono presenti a nord (evento del 2007 con magnitudo 4.1), ma soprattutto a sud dell’area in esame; tra questi cinque sismi, indicati con la stellina in Figura 2.23, ve ne sono due sub-superficiali di magnitudo 4, verificatisi nel 1995 e nel 2008, due più profondi (20-60 chilometri) di magnitudo 4.5-4.6 avvenuti nel 2006 e nel 2001 (i più forti nella regione nell’arco di tempo considerato), ed infine uno piuttosto profondo di magnitudo 4 del 1987.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Inquadramento geografico del progetto

L'intervento in oggetto prevede un'indagine geofisica 3D regionale che mira a comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nella zona del Canale di Sicilia. Gli scopi scientifici principali di questa indagine sono quelli di estendere e completare la copertura sismica esistente attraverso l'analisi dei dati che verranno ricavati utilizzando le più moderne tecnologie.

Il progetto rientra all'interno di un programma di indagine a più ampia scala, che comprende un'altra area per cui Schlumberger ha presentato istanza di permesso di prospezione (Figura 3.1).

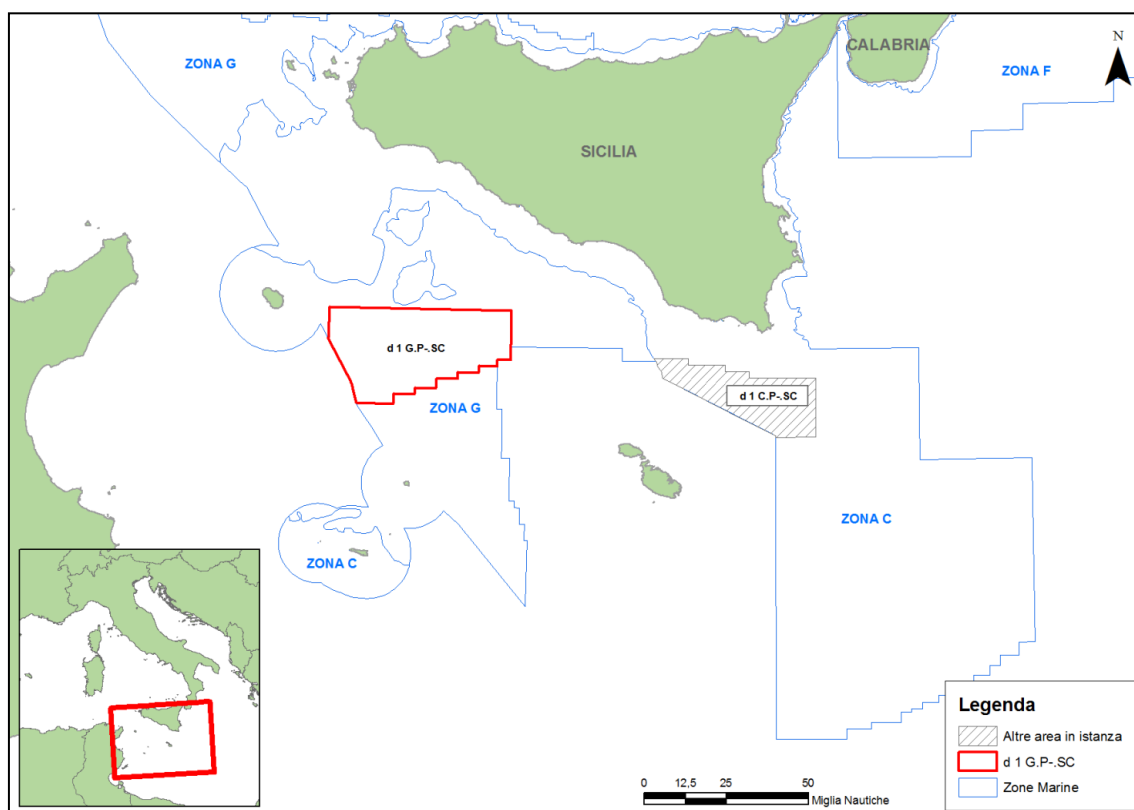


Figura 3.1 – Ubicazione dei rilievi geofisici che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell'area del Canale di Sicilia

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 geofisica, 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.

Gli obiettivi di questa indagine avranno come risultato una rivalutazione del bacino sedimentario dell'area, attraverso l'analisi dei dati che verranno ricavati utilizzando le più moderne tecnologie. In Figura 3.2 si possono visualizzare in giallo le linee sismiche disponibili eseguite nel corso degli anni. Queste linee sismiche danno informazioni utili per quanto riguarda la caratterizzazione geologica dell'area ma di scarsa definizione e con un livello di dettaglio molto approssimativo.

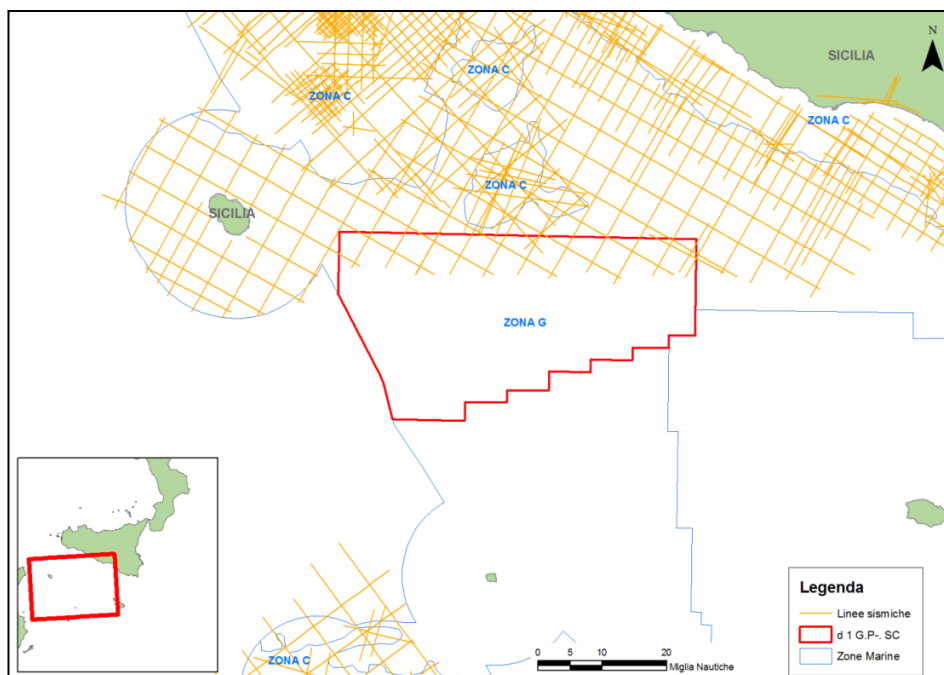


Figura 3.2 – Distribuzione delle linee sismiche eseguite in passato in al largo della Sicilia con indicazione dell’area oggetto di studio

3.1.1 Ubicazione dell’area di intervento

L’area oggetto dell’istanza di permesso di prospezione ricade all’interno del “triangolo” Pantelleria-Malta-Sicilia Meridionale, all’interno della Zona Marina “G”, e ricopre una superficie di 4.209 chilometri quadrati.

Il lato più ad est (vertice “b”) dista circa 28 miglia nautiche dalle coste siciliane e il vertice più ad ovest (vertice “a”) dista circa 14 miglia nautiche da Pantelleria, mentre la distanza minima da Malta è di circa 43 miglia nautiche (Figura 3.3).

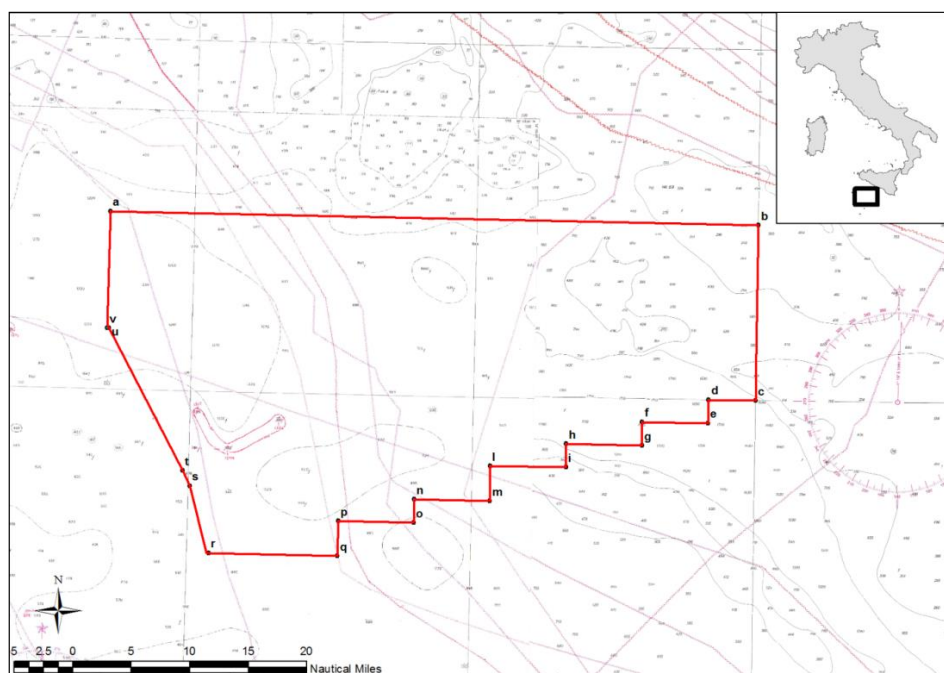


Figura 3.3 – Ubicazione dell’area in istanza di permesso di prospezione su cartografia nautica dell’Istituto Idrografico della Marina Militare, n° 917 “Da Capo Rossello ad Augusta e Isole Maltesi”; n° 947 “da Ras El-Mir a Cap Africa – Pantelleria e Isole Pelagie”; n° 948 “Da Bizerte a Ras El Melah Trapani e Pantelleria”

Le coordinate dell'area oggetto di indagine sono le seguenti (Tabella 3.1):

Vertici	Longitudine E	Latitudine N
a	12°21'	36°45'
b	13°30'	36°45'
c	13°30'	36°30'
d	13°25'	36°30'
e	13°25'	36°28'
f	13°18'	36°28'
g	13°18'	36°26'
h	13°10'	36°26'
i	13°10'	36°24'
l	13°2'	36°24'
m	13°2'	36°21'
n	12°54'	36°21'
o	12°54'	36°19'
p	12°46'	36°19'
q	12°46'	36°16'
r	limite della zona marina G	36°16'
s	12°30.2'	36°21.7'
t	12°29.4'	36°23'
u	12°21.2'	36°35'
v	12°21'	limite della zona marina G

Tabella 3.1 – Coordinate dell'area oggetto di indagine

3.2 Programma lavori

Il programma lavori proposto da Schlumberger, oggetto della presente procedura di VIA, si propone come obiettivo la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 3D nell'area dell'istanza di permesso di prospezione denominata "d 1 G.P.- SC".

Per quanto riguarda il rilievo in istanza, Schlumberger prevede di acquisire con metodo 3D un totale di circa 10.222 chilometri di linee sismiche all'interno della Zona Marina "G".

Trattandosi di un rilievo 3D, l'intera area verrà completamente investigata e le linee, che corrispondono alla rotta della nave, avranno un'unica direzione. In Figura 3.4 è possibile osservare il *layout* del reticolo di acquisizione, che potrebbe subire alcuni aggiustamenti e migliorie in corso d'opera, al fine di ottimizzare la qualità del rilievo.

Come si osserva in figura, le 119 linee che saranno acquisite ricoprono l'intera superficie in istanza; tutta la zona verrà "pettinata" in modo da non lasciare porzioni scoperte. Infatti, la strumentazione che sarà utilizzata dalla nave (configurazione *array*) ha una larghezza totale di 825 metri; le linee di acquisizione distano di 450 metri l'una dall'altra perciò si ha una sovrapposizione di 375 metri che assicura una totale e completa mappatura dell'area.

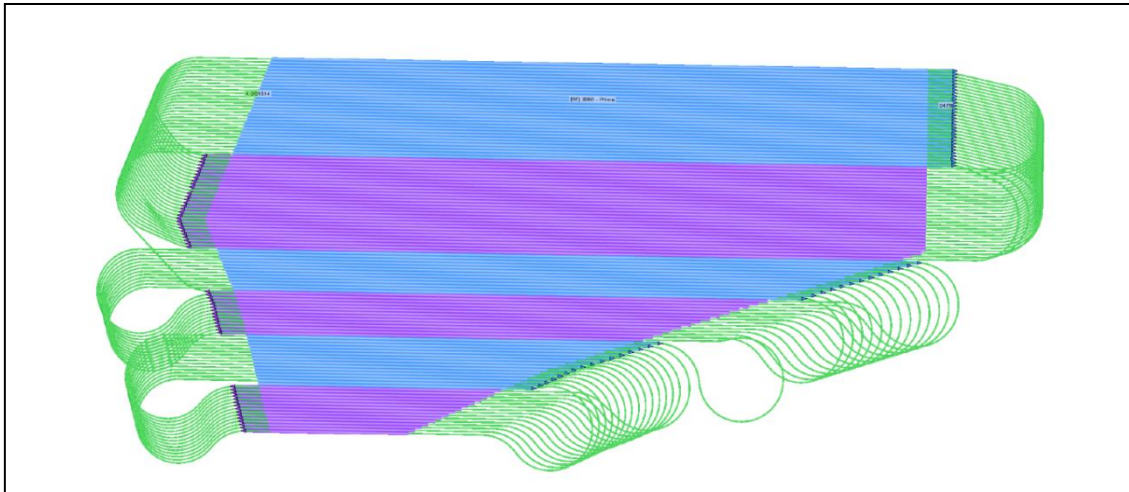


Figura 3.4 – Layout del rilievo sismico 3D previsto per l'area in istanza di permesso di prospezione "d 1 G.P.-SC"

3.3 Descrizione delle tecnologie di ricerca

3.3.1 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 3.5).

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.

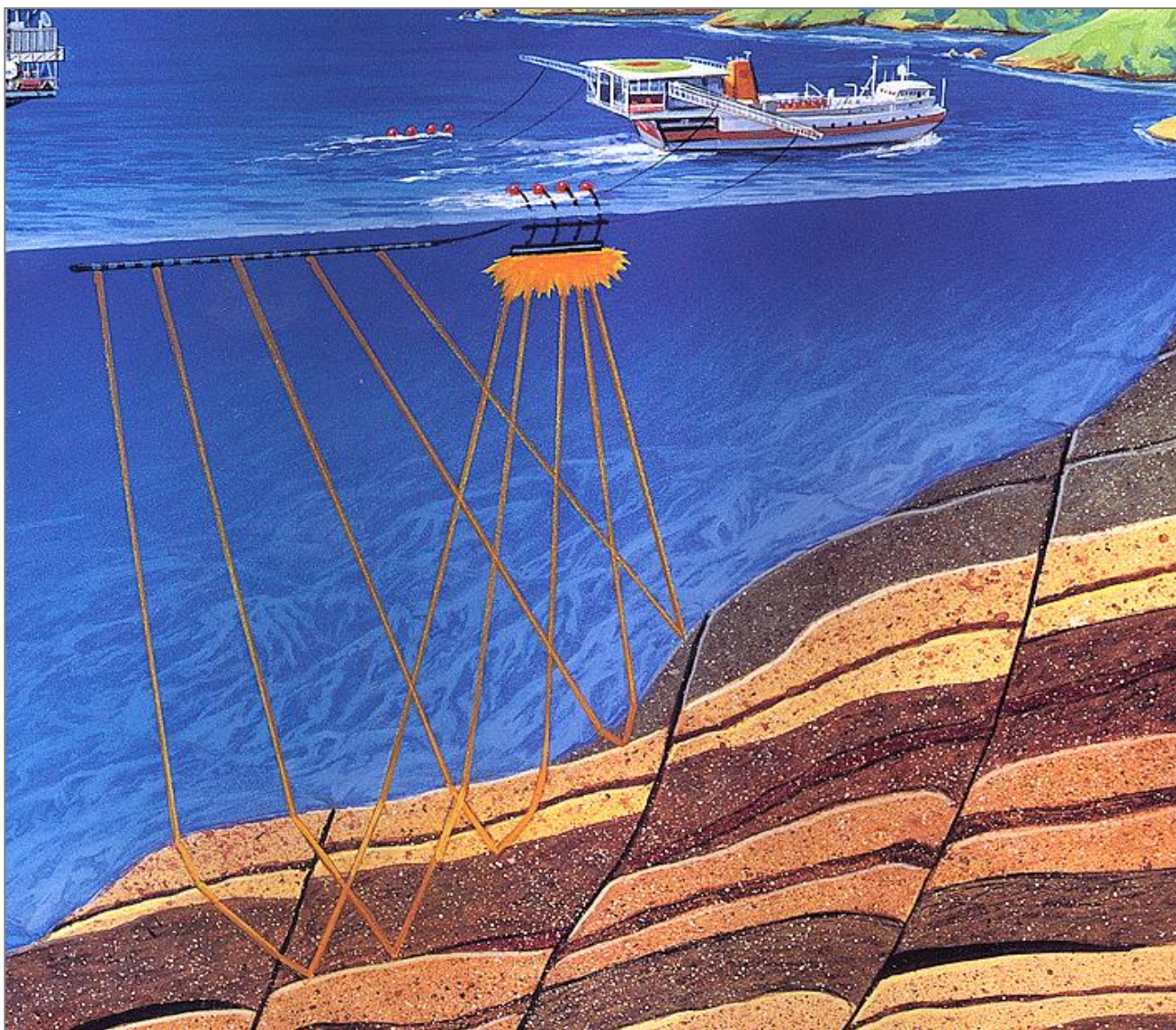


Figura 3.5 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org)

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 della nave per l'acquisizione 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 3.6).

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.

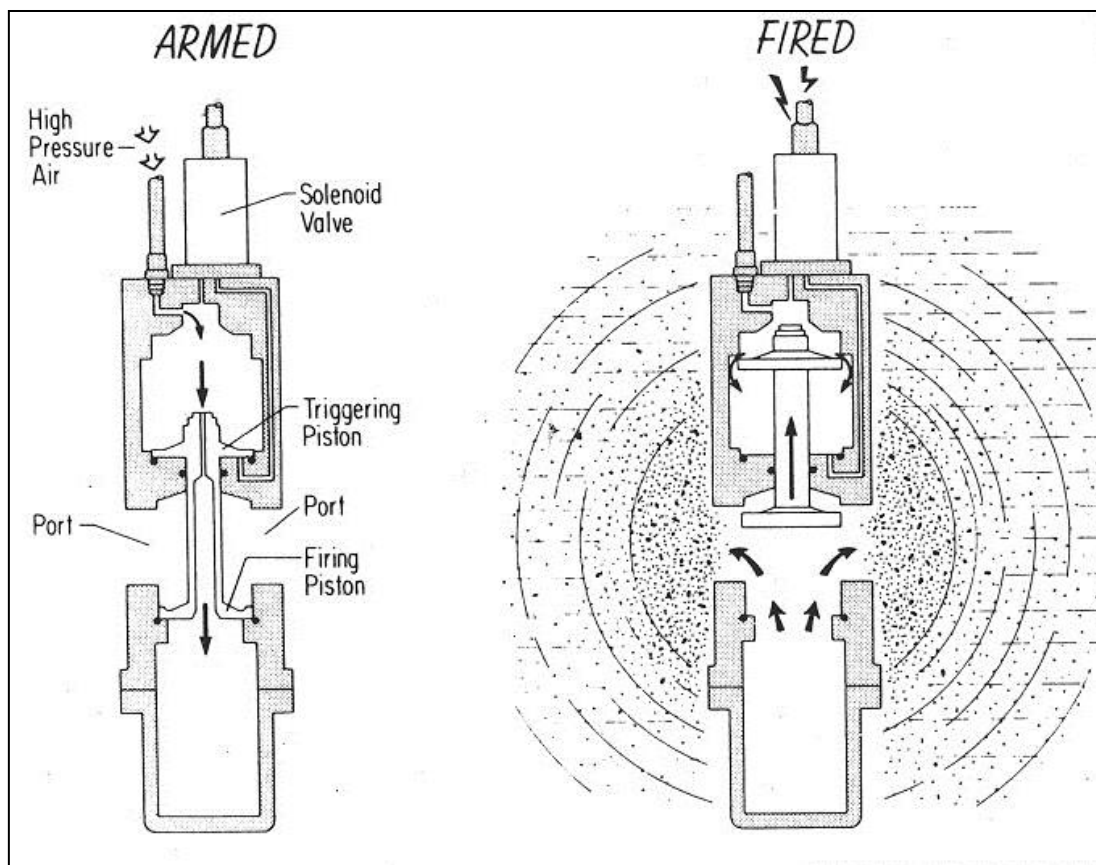


Figura 3.6 – Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed”, scoppio “Fired” e rilascio “Implosion” (fonte: www.usgs.gov)

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 da 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 3.7). 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 3.7) 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 3.7 – 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 3.8).



Figura 3.8 – 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, ecc.

Il risultato finale sarà un elaborato grafico denominato "sezione sismica" (Figura 3.9), 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).

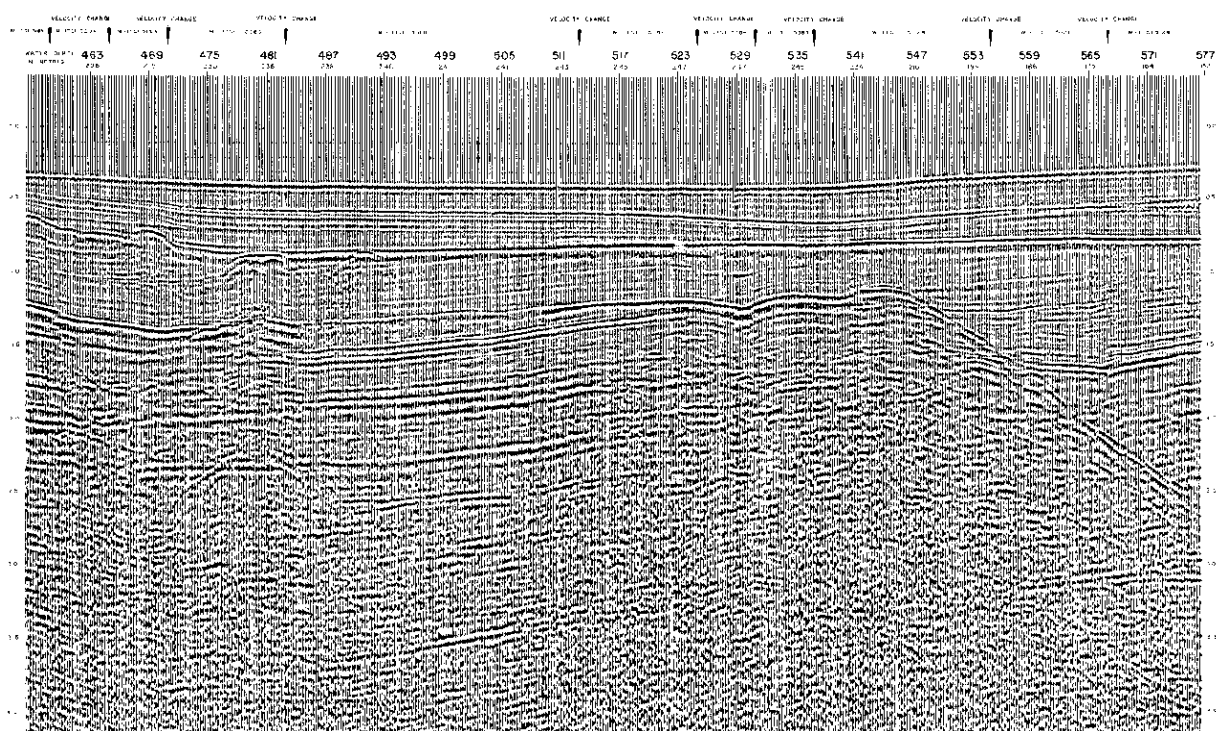


Figura 3.9 – Esempio di sezione sismica non interpretata (fonte: www.unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi, modificata)

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 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 3.10).

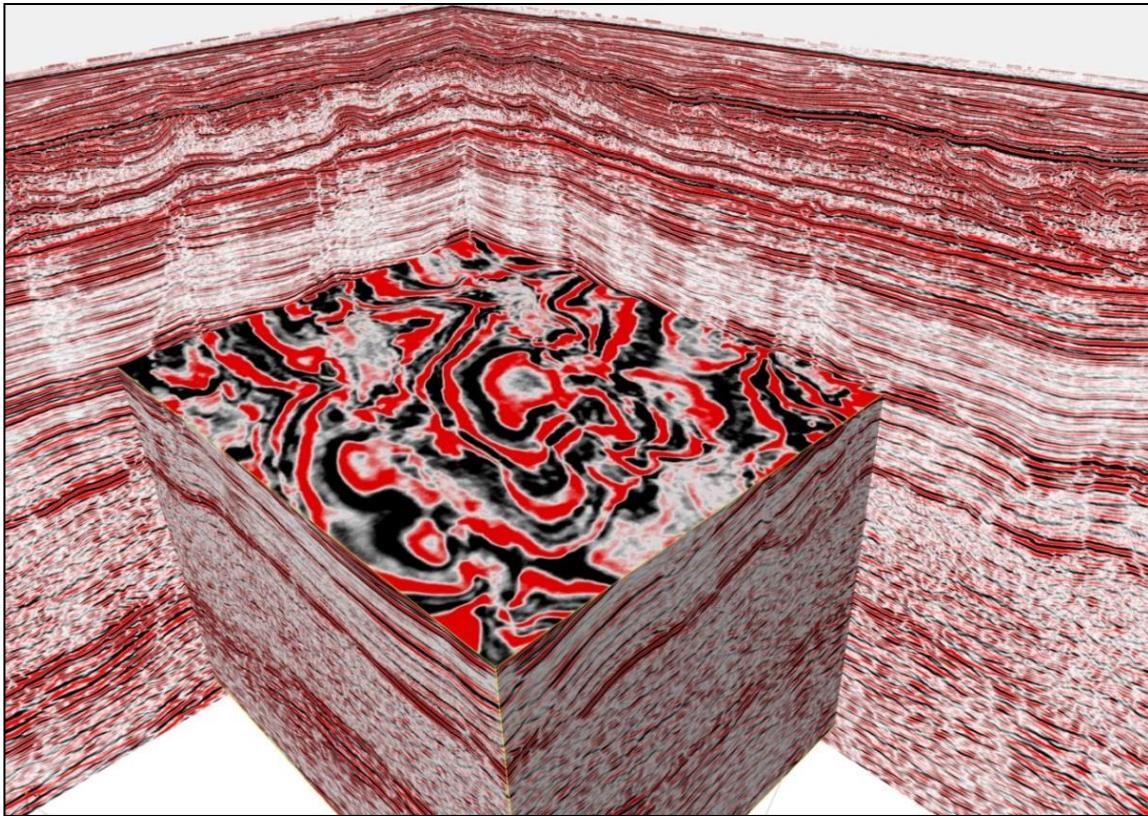


Figura 3.10 – Esempio di modello 3D ottenuto dall’elaborazione di un’acquisizione 3D (fonte: www.spectrumasa.com)

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, ecc.) 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, ecc.), 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.

3.4 Programma di acquisizione geofisica *off-shore*

Nel presente paragrafo verranno illustrati i metodi e mezzi che si intende utilizzare per l’indagine geofisica dell’area in oggetto, con indicazione dei mezzi che verranno impiegati durante l’acquisizione e dei parametri tecnici che la caratterizzeranno.

Il rilievo geofisico sarà effettuato da WesternGeco, *business unit* di Schlumberger dal 2001.

Al momento della stesura del presente rapporto non è possibile definire con certezza la nave che verrà utilizzata per l’acquisizione, non potendo prevedere con esattezza le tempistiche per l’ottenimento del titolo minerario di prospezione. Pertanto di seguito saranno descritte le due possibili navi che potranno essere utilizzate, cioè la WG Magellan e la Geco Eagle.

Per entrambe le soluzioni è previsto l’utilizzo dell’*air-gun* come sorgente di energia, tipicamente utilizzata per i rilievi geofisici a mare. Questa tecnologia è testata e diffusa in tutto il mondo, consente una maggior definizione dei dati ed è la migliore soluzione sia dal punto di vista dell’impatto ambientale, sia dal punto di vista tecnico ed economico, con un rapporto costi-benefici migliore rispetto ad altre tecnologie. 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.

Acquisizione con WesternGeco

WesternGeco (www.slb.com/services/westerngeco.aspx), una delle divisioni di Schlumberger, è leader nel settore delle tecniche e tecnologie di acquisizione sismica per l’elaborazione di immagini di sottosuolo in ogni tipo di ambiente. La sua politica si basa su un alto livello di innovazione e leadership tecnologica, per fornire immagini strutturali del sottosuolo di qualità superiore.

Per svolgere l’attività di rilievo all’interno dell’area in istanza verrà utilizzata una nave di acquisizione geofisica dotata di una sorgente *array* di *air-gun*. Essendo WesternGeco e quindi Schlumberger leader mondiale nel settore dell’acquisizione geofisica, per i rilievi in oggetto verranno adottate una serie di tecnologie sviluppate direttamente dagli esperti della società.

Di seguito verranno elencate alcune delle tecnologie sviluppate da WesternGeco e Schlumberger.

- **Q-MARINE TECHNOLOGY**

Tecnologia che applica una corretta misurazione e rimozione del rumore di fondo ottimizzando al meglio l’acquisizione geofisica. La possibilità di registrare dati sismici con un intervallo di campionamento di 3,125 m ha una serie di vantaggi rispetto ai metodi convenzionali. Il primo vantaggio è anche il più importante, in quanto consente la riduzione della distorsione spaziale. Questo porta ad avere una serie di migliorie relative al segnale e alla riduzione del rumore contenuto nei dati registrati.

Il sistema Q-Marine di WesternGeco incorpora la tecnologia di autocorrezione dell’orientazione dello *streamer* (“*Streamer Steering*”). Lo *Streamer Steering* è completamente automatizzato e controllato da

TRINAV, un sistema di navigazione integrato. Il sistema IRMA fornisce l'affidabilità e la precisione necessaria per posizionare gli *streamer* in modo da consentire l'autoposizionamento automatico in totale sicurezza.



Figura 3.11 – Esempio di Q-fin che permette la stabilizzazione verticale e laterale dello streamer (fonte: WesternGeco)

- DISCover

WesternGeco ha sviluppato un metodo di acquisizione dati a banda larga posizionando gli *streamer* a diversa profondità. La tecnica DISCover integra le misurazioni sismiche ottenute da uno *spread marine standard* (*streamer* ubicato a profondità convenzionale), insieme con uno *streamer* posizionato a maggiore profondità, per fornire una “spinta” al segnale sismico a bassa frequenza.

- ObliQ

La tecnica ObliQ ottimizza la larghezza di banda del segnale sismico registrata combinando l’acquisizione *slant-streamer* con una metodologia *deghost*, esclusiva e brevettata da Schlumberger, e una sorgente sismica a banda larga di nuova concezione, che migliora l’immagine di restituzione di strutture complesse profonde e superficiali (Figura 3.12).

Poiché la profondità del cavo *streamer* nella tecnica ObliQ è variabile, è possibile determinare e selezionare la profondità minima e massima dei cavi per ottimizzare la larghezza di banda registrata ed individuare gli obiettivi geofisici del rilievo. Nelle indagini che utilizzano la tecnica ObliQ, le profondità possono variare da 5 a 50 metri, con una più ampia selezione rispetto a quelle disponibili con un tipo di acquisizione convenzionale. I cavi sono trainati in modo inclinato, più vicini alla superficie dal lato della nave di acquisizione ed a maggior profondità nella parte terminale. La stabilità del cavo è assicurata attraverso l'uso del sistema di stabilizzazione dello *streamer* detto Q-Fin, e gli idrofoni sono progettati per funzionare senza distorsioni a varie profondità.

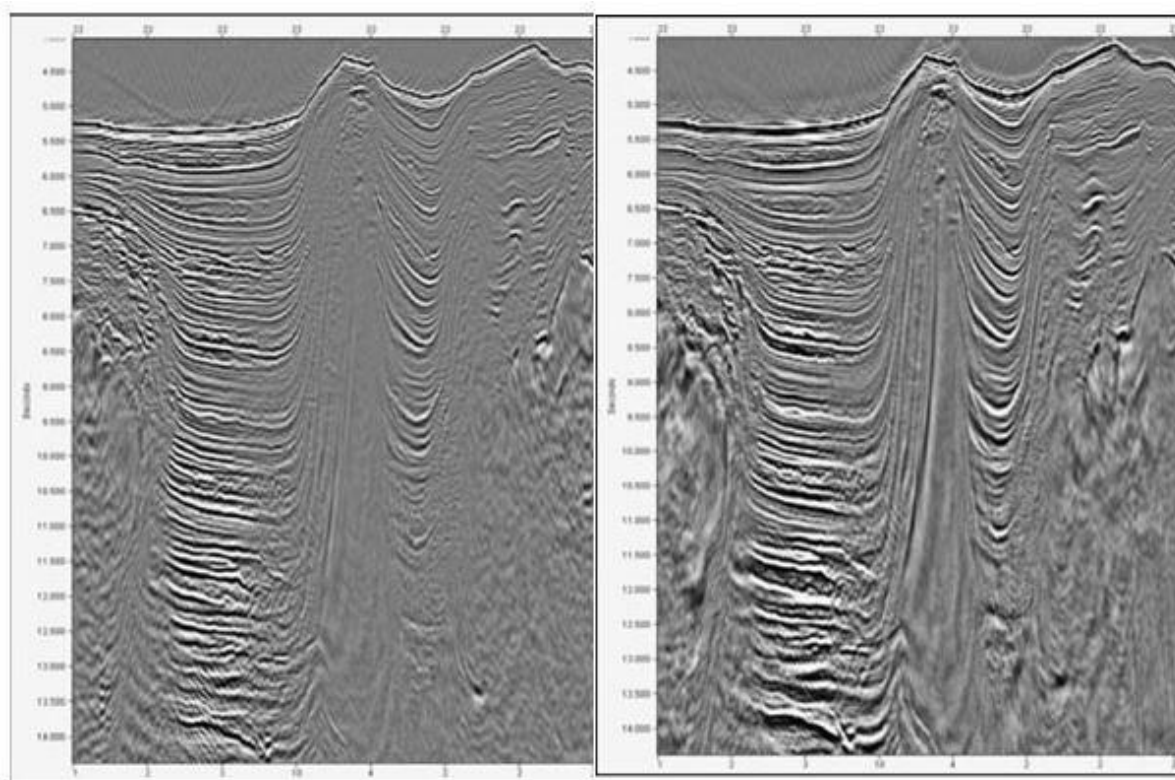


Figura 3.12 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica ObliQ. La sezione di sinistra è stata acquisita con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stata acquisita con ObliQ (fonte: WesternGeco)

La tecnica ObliQ funziona integrando la diversità del *notch* con un algoritmo di *single-streamer deghost* basato sulla ricostruzione spettrale. Il *single-streamer deghost* restringe e riduce la profondità del *notch* del ricevitore, a seconda della profondità di traino. Quando viene utilizzata con la sorgente sismica marina Delta3 a banda larga, la diversità dei *notch* sul lato sorgente viene migliorata perché gli *air-gun* sono posizionati a profondità variabili.

La risposta del sistema a frequenza ultra bassa della tecnologia Q-Marine garantisce la registrazione estremamente fedele dell'estensione di banda verso le basse frequenze, garantite dalla tecnica ObliQ.

- *Delta 3 Source Array*

Il *Delta3 Source Array* utilizza un tipo di sorgente del segnale in grado di creare una fonte di energia che non generi dei vuoti al di sotto dei 150 Hz per tutte le direzioni all'interno di un cono di 20° rispetto alla verticale. La riduzione dell'interferenza tra il campo d'onda e i vuoti porta all'ottenimento di un segnale più pulito.

3.4.1 Mezzi navali utilizzati

La campagna di prospezione a mare verrà eseguita da una nave per acquisizione geofisica che seconda delle tempistiche per l'ottenimento del permesso potrà essere la "WG Magellan" o la "Geco Eagle". Di seguito vengono riassunte brevemente le specifiche di ogni singola nave.

Unitamente alla nave di acquisizione verranno utilizzate una o più navi di supporto/inseguimento, con lo scopo di comunicare con le imbarcazioni che operano nella zona, onde evitare l'interferenza con la nave di acquisizione e l'attrezzatura tecnica trainata. La nave di supporto fornisce anche assistenza aggiuntiva alla nave di acquisizione.

3.4.1.1 WG Magellan

La nave “WG Magellan” (Figura 3.13), di proprietà della Pimolia Marine Company Ltd (Nicosia, Cipro) è una nave di ricerca geofisica contrassegnata dal codice IMO (*International Maritime Organization*) n. 9452957 e dall’identificativo di chiamata 5BPK2. È stata costruita nel 2009, è del tipo Ulstein SX124 e batte bandiera cipriota.

Il tonnellaggio di stazza lorda internazionale della nave (GT) è di 6.922, il tonnellaggio di stazza netta (NT) è di 2.077 mentre la portata in peso morto (DWT) è di 3.781 tonnellate.

La larghezza totale della nave si attesta sugli 88,8 metri, la larghezza massima agli estremi è di 21 metri, il pescaggio medio è di circa 6 metri, mentre l’altezza massima raggiunta sopra il livello del mare, o “*air draft*”, è di 28,5 metri.

Sul ponte è presente una piattaforma per elicotteri con diametro 21 metri in grado di ospitare un elicottero da 12.8 tonnellate.



Figura 3.13 – Immagine della nave WG Magellan (fonte: WesternGeco)

Capacità e durata

La nave consuma gasolio marino ed ha una capacità totale di carburante pari a 1.513,83 metri cubi. Altri idrocarburi utilizzati a bordo sono i lubrificanti ed oli per macchinari (29,8 metri cubi) ed olio per cilindri e compressori (10.7 metri cubi per i pistoni, 2x1.8 metri cubi per le eliche).

La velocità massima raggiunta in mare calmo è di 15,5 nodi, che si riduce a 10,5 nodi in economia. A piena velocità ha un consumo di carburante di 33 metri cubi al giorno, che diventano 16,5 metri cubi al giorno in economia.

La nave è dotata di certificato di sicurezza dell’equipaggio per un numero massimo di persone pari a 69.

Equipaggiamento del ponte di comando

La nave è dotata di 3 Radar, *Voyage Data Recorder* (VDR, scatola nera), *Electronic Chart Display and Information Systems* (ECDIS), bussola giroscopica, autopilota, registratore di velocità, ecoscandaglio, *monitor* di navigazione, ricevitore GPS, sistema di sicurezza SSAS, ricevitore Navtex, bussola magnetica e sistema di allarme.

Equipaggiamento per la comunicazione

La nave possiede una stazione radio con licenza n. 10576 per le aree marine A1, A2, A3 ed A4 (GMDSS, sistema a copertura mondiale per il soccorso e la sicurezza in mare).

È dotata di sistema di identificazione automatica (AIS) con *transponder* modello FA-150 AIS. Sulla nave sono presenti inoltre trasmettitori di localizzazione di emergenza (EPIRB), un trasmettitore-ricevitore radar, un trasmettitore di identificazione radio ad ampio raggio, ed una stazione meteorologica Furuno FAX-408.

3.4.1.2 M/V Geco Eagle

La nave “Geco Eagle” (Figura 3.14), di proprietà della Gecoships A.S., è una nave di ricerca geofisica contrassegnata dal codice IMO (*International Maritime Organization*) n. 9176292 e dall’identificativo di chiamata HP9513. È stata costruita nel 1999 in Norvegia da Mjellem & Karlsen (Bergen).

Il tonnellaggio di stazza lorda internazionale della nave (GT) è di 10.946, il tonnellaggio di stazza netta (NT) è di 3.284 mentre la portata in peso morto (DWT) è di 4.952 tonnellate.

La larghezza totale della nave si attesta sui 94,80 metri, la larghezza massima agli estremi è di 37 metri, il pescaggio medio è di circa 7,5 metri, mentre l’altezza massima raggiunta sopra il livello del mare, o “*air draft*”, è di 39 metri.

Sul ponte è presente una piattaforma per elicotteri con diametro 22,20 metri in grado di ospitare un Sikosky S-92.



Figura 3.14 – Immagine della nave M/V Geco Eagle (fonte: WesternGeco)

Capacità e durata

La nave consuma gasolio marino ed ha una capacità di 3.414 metri cubi. Altri idrocarburi utilizzati a bordo sono i lubrificanti ed oli per macchinari (53 metri cubi, tipo Mobilgard ADL 40) ed olio per cilindri e compressori (25 metri cubi tipo Mobil Rarus 827).

La velocità massima raggiunta in mare calmo è di 16 nodi, che si riduce a 13 nodi in economia. A piena velocità ha un consumo di carburante di 46,6 metri cubi, che diventa 37,7 metri cubi in economia. Con una configurazione tipica a 10 *streamer*, durante l'indagine geofisica, un pieno ha durata di 109 giorni.

La nave è dotata di certificato di sicurezza dell'equipaggio per un numero massimo di persone pari a 66.

Equipaggiamento del ponte di comando

La nave è dotata di 3 Radar, *Voyage Data Recorder* (VDR, scatola nera), *Electronic Chart Display and Information Systems* (ECDIS), bussola giroscopica, autopilota, registratore di velocità, ecoscandaglio, *monitor* di navigazione, ricevitore GPS, sistema di sicurezza SSAS, ricevitore Navtex, bussola magnetica e sistema di allarme.

Equipaggiamento per la comunicazione

La nave possiede una stazione radio con licenza EXP 28223 per le aree marine A1, A2, A3 (GMDSS, sistema a copertura mondiale per il soccorso e la sicurezza in mare).

È dotata di sistema di identificazione automatica (AIS) tipo SAAB R4 12.5W e Sailor CU5100. I trasmettitori e ricevitori principali sono controller radio VHF/DSC Sailor CU5100.

Sulla nave sono presenti anche un trasmettitore di localizzazione di emergenza (EPIRB), un trasmettitore-ricevitore *radar*, un trasmettitore di identificazione radio ad ampio raggio, ed una stazione meteorologica Furuno 208 mark-2 DFAX.

3.4.2 Parametri operativi di progetto

I parametri previsti per l'acquisizione in progetto sono indicati nella seguente tabella, la quale riporta le specifiche tecniche del cavo *streamer*, della sorgente di energia e delle tecniche di registrazione.

Parametri del cavo <i>streamer</i>	
Tipo di cavo <i>streamer</i>	Q-Marine Solid ObliQ
Intervallo tra idrofoni (m)	3,125
Lunghezza <i>Streamer</i> (m)	7500
Profondità <i>Streamer</i> (m)	8-40
<i>Near trace offset</i> (m)	120
Parametri di registrazione	
Sistema di registrazione	TRIACQ V
Formato di registrazione	SEG-D 8036
Lunghezza di registrazione (s)	10
Frequenza di campionamento (ms)	2
Filtro passa basso (Hz – dB/Oct)	2-18
Filtro passa alto (Hz – db/Oct)	80% Nyquist (200-477)
Parametri della sorgente	
Tipo di sorgente	<i>Air-gun</i>
Volume alla sorgente di Array (In3)	5085
Numero di <i>subarray</i>	3
Numero di <i>air-guns</i> per <i>subarray</i>	8
Lunghezza <i>subarray</i> (m)	15

Intervallo degli ShotPoint (m)	25
Profondità dei 3 subarray sorgente (m)	6-9-6
Pressione operativa (psi)	2000

Tabella 3.2 – Parametri previsti per l’acquisizione delle linee sismiche (fonte: WesternGeco)

La Figura 3.15 mostra la configurazione dell’array proposta per l’indagine geofisica in progetto, mediante una rappresentazione grafica in pianta. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla.

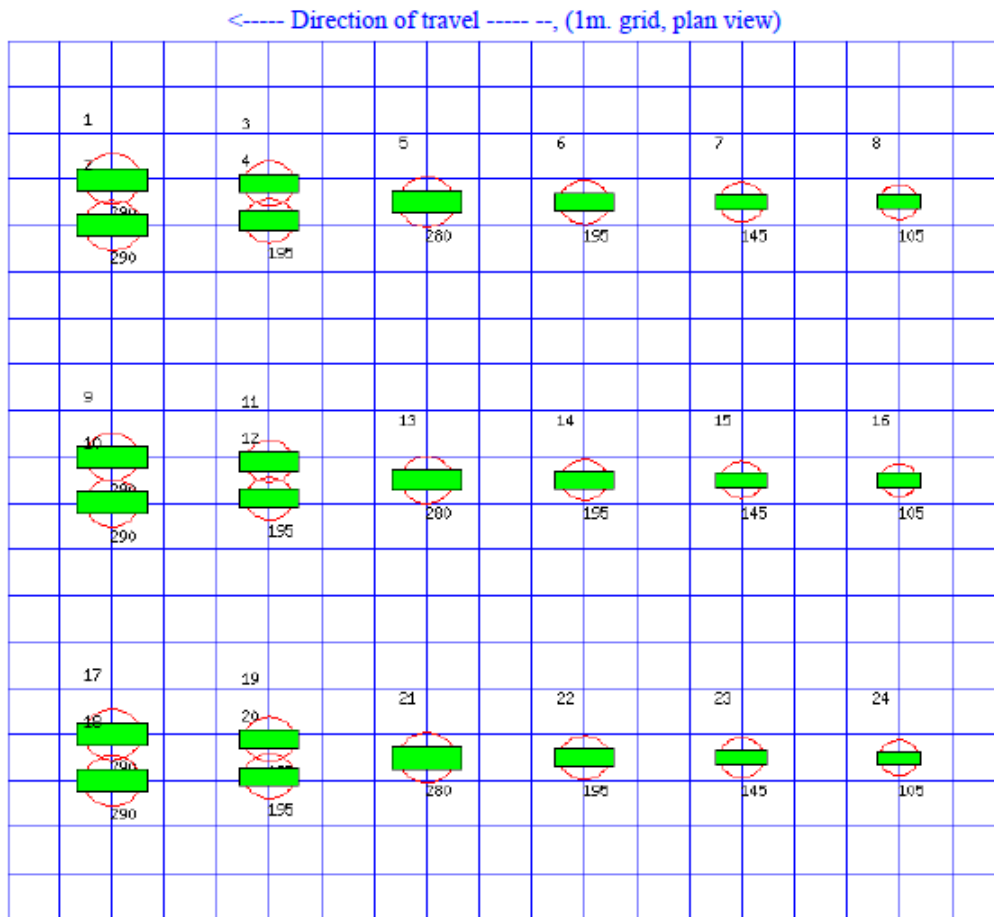


Figura 3.15 – Rappresentazione grafica della configurazione dell’array (in pianta) proposto per l’indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)

Le caratteristiche dell’array sono elencate in Tabella 3.3. Si noti che il valore RMS (scarto quadratico medio) è calcolato sull’intero modello identificativo. Vengono visualizzati anche i limiti conservativi di errore per le principali caratteristiche identificative del picco-picco (*peak to peak*). Questi rappresentano gli intervalli di confidenza al 95% del modello GUNDALF rispetto i suoi dati di calibrazione.

Array parameter : (0-25000) Hz	Array value
Numero di air-gun	24
Total volume (cu.in)	5085.0 (83.3 litres)
Peak to peak in bar-m	153 +/- 1.95 (15.3 +/- 0.195 MPa, ~ 264 db re 1 muPa at 1m)
Zero to peak in bar-m	92.1 (9.21 MPa, 259 db re 1 muPa at 1m)

RMS pressure in bar-m.	10 (1 MPa, 240 db re 1 muPa at 1m)
Primary to bubble (peak to peak)	23.2 +/- 6.38
Bubble period to first peak (s)	0.117 +/- 0.016
Maximum spectral ripple (dB): 10 -50 Hz	5.27
Maximum spectral value (dB): 10 – 50 Hz	214
Average spectral value (dB): 10 – 50 Hz	212
Total acoustic energy (Joules)	386305.6
Total acoustic efficiency (%)	33.6

Tabella 3.3 – Caratteristiche dell'array utilizzato per la modellazione degli impatti (fonte: Schlumberger)

3.4.3 Prevenzione di rischi e potenziali incidenti

Schlumberger e Western Geco operano in maniera attiva per migliorare gli standard di Qualità, Salute, Sicurezza e Ambiente (QHSE). A partire del 1998 sono state adottate le linee guida OGP (*International Association of Oil&Gas Producers*), portando significativi benefici delle sinergie tra i vari settori petroliferi dando accesso ad una vasta gamma di competenze. Mentre gli obiettivi iniziali erano la salute e la sicurezza, vi è stata in seguito una crescente attenzione sulle prestazioni ambientali.

Si tratta di eventi incidentali di natura modesta, cui è collegata una bassissima frequenza di accadimento. Gli eventi che possono verificarsi durante le operazioni sismiche sono riassunti in Tabella 3.4.

In ogni caso, per prevenire tali rischi e per far fronte ad eventuali eventi accidentali, vengono normalmente adottate una serie di tecniche di prevenzione e controllo dei rischi, nonché delle misure di prevenzione ambientale ed implementazione dei sistemi di emergenza.

Per quanto riguarda le responsabilità e le politiche sulla sicurezza, Schlumberger fa riferimento al protocollo QHSE (*Quality, Health, Safety, and Environmental Policy*). La gestione della sicurezza ha un ruolo determinante nello sviluppo del progetto che mira a garantire il rispetto, le politiche e gli standard QHSE, riassunti nei seguenti punti:

- Proteggere e lottare per il miglioramento della salute, la sicurezza dei dipendenti e la sicurezza ambientale;
- Eliminare gli incidenti dovuti ad attività non conformi per standard di qualità e sicurezza;
- Garantire il continuo rispetto delle norme;
- Impostare obiettivi performanti con alti tenori di qualità e sicurezza (HSE), misurare i risultati, valutare e migliorare continuamente i processi, i servizi e la qualità del prodotto, attraverso l'utilizzo di un sistema di gestione efficace;
- Pianificare, reagire e riprendersi da qualsiasi emergenza;
- Ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente attraverso la prevenzione dell'inquinamento, la riduzione del consumo delle risorse naturali e delle emissioni e la riduzione e il riciclo dei rifiuti;
- Applicare le competenze tecniche a tutti gli aspetti della sicurezza (HSE) nella progettazione dei servizi e prodotti;
- Comunicare apertamente con le parti interessate e garantire una comprensione delle politiche di sicurezza QHSE, norme, programmi e prestazioni. Ricompensa prestazioni QHSE eccezionali;
- Migliorare le prestazioni su questioni rilevanti che sono di interesse mondiale e condividere le conoscenze dei programmi QHSE con programmi di promozione.

Attività a rischio	Conseguenze	Controlli del rischio
1 - Non conformità		
<p>Con le politiche QHSE e standard ambientali.</p> <p>Con autorizzazioni e/o regolamento per la gestione di costruzioni, operazioni, processi, delle acque piovane, emissioni in atmosfera, acque reflue, rifiuti, e il loro smaltimento.</p>	<p>Requisiti e regolamenti derivano dalla necessità per i governi di controllare l'impatto negativo delle attività sull'ambiente.</p> <p>Multe, sanzioni, azioni legali, la revoca di autorizzazione con la potenziale perdita della licenza per operare. Danni di reputazione con il cliente e quindi la perdita di reddito e quota di mercato. La non conformità può compromettere il nostro successo a lungo termine.</p>	<p>Regolare auto-valutazioni e valutazioni di conformità da parte del HSE.</p> <p>È necessario avere processi e procedure di conformità efficaci all'interno di un sistema di gestione efficace.</p>
2 - Fuoriuscite e altre attività ambientali		
<p>Trattamento, stoccaggio, trasporto, uso dei combustibili, prodotti chimici speciali o materiali pericolosi.</p> <p>Operazioni di campagna e di pozzo connesse alla gestione del progetto</p>	<p>La perdita di controllo può portare a rilasci accidentali, intenzionali o non rilevati come le fuoriuscite, scarichi in acque o nel suolo, emissioni (gas e particolato) in aria.</p> <p>I costi del risanamento hanno effetti sulla redditività; Ammende, penali, cause legali, permesso di revoche con la potenziale perdita di licenza per operare. Danni alla reputazione e quindi la perdita di reddito e quota di mercato.</p>	<p>Monitorare gli incidenti e prevenire il ripetersi con i controlli tecnici e di processo (<i>Remedial Work Plans</i> – Piani di ripristino).</p> <p>Contenimento secondario. Pianificazione secondo SPC (<i>Spill Prevention and Control</i> - Prevenzione e il controllo delle fuoriuscite)</p>
3 – Gestioni rifiuti - Generazione, trattamento, trasporto e smaltimento		
<p>Rifiuti e sostanze pericolose derivanti dall'uso di prodotti petroliferi raffinati, quali oli motore, oli idraulici, lubrificanti, grassi, e solventi idrocarburi.</p> <p>Smaltimento in discarica o impianti di trattamento, o tramite incenerimento. Consegna per il riciclaggio, riutilizzo o bonifica impianti.</p> <p>Assunzione di contratto di responsabilità del cliente per lo smaltimento dei rifiuti.</p>	<p>Prodotti petroliferi raffinati e, o solventi idrocarburi possono contaminare il suolo e le acque sotterranee. L'uso del suolo, il degrado e la contaminazione del terreno e delle acque sotterranee, i gas di discarica contribuiscono all'effetto serra e al riscaldamento globale con impatti sull'ecologia locale e l'ambiente.</p> <p>Le spese a fronte di incidenti/contaminazione del suolo o delle acque sotterranee con successiva bonifica sono legate al tipo di prodotti petroliferi. Il costo del trattamento e dello smaltimento dei rifiuti è un costo aziendale e riflette in parte la valutazione sui mercati.</p>	<p>Diminuire l'uso di prodotti petroliferi raffinati e solventi.</p> <p>Utilizzare prodotti eco-compatibili.</p> <p>Diminuire rifiuti attraverso organi di controlli.</p> <p>Implementare riutilizzo e programmi di riciclo.</p>
4 - Scarichi di acque reflue		
<p>L'uso di acqua comunale, l'acqua da corpi idrici superficiali o sotterranee.</p> <p>Scarichi controllati e/o incontrollati di acque non trattate con impianti di</p>	<p>Deplezione di acqua potabile; impatti locali delle acque; alcuni composti possono essere letali per la vita fisica e avere anche effetti futuri.</p> <p>Gli scarichi superiori ai limiti consentiti possono comportare sanzioni e multe, effetti sulla fauna selvatica e sull'uomo.</p>	<p>Diminuire inquinanti scaricati con attento uso dei processi di gestione intensificando i controlli e il monitoraggio.</p>

depurazione.	Tali effetti comporterebbero la chiusura delle operazioni con l'intervento dalle autorità locali.	
5 - Emissioni in atmosfera		
L'uso di combustibili fossili (idrocarburi) per il trasporto.	Scarico dal modulo di trasporto (aereo, elicottero, veicoli leggeri, veicoli pesanti, treno, autobus, taxi, nave per nave) e la combustione del gas naturale sono fonti di inquinamento atmosferico, acidificazione, gas serra e riscaldamento globale.	Aumentare l'efficienza con controlli tecnici in modo da ridurre il consumo di carburante, al fine di diminuire il tasso di emissioni.
L'uso di gas naturale per produrre energia o trasporti.	Carburanti liquidi gas naturale sono costi aziendali, che possono essere controllati. API & OGP riconoscono emissioni nell'aria come un problema per l'industria e dettano le linee guida sulle emissioni di gas serra. Emissioni in aria di fronte la tassazione nei alcuni mercati finirà per essere un costo aziendale.	Le tecnologie pulite (<i>end-of-pipe</i>) riducono i consumi con un diretto risparmio sui costi. Consumo di gas naturale è preferibile rispetto ad idrocarburi liquidi.

Tabella 3.4 – Tabella riassuntiva dei rischi ambientali con relative misure da adottare (fonte: Schlumberger)

3.4.4 Durata delle attività

La prospezione in istanza prevede l'esecuzione di un rilievo geofisico utilizzando una nave di acquisizione che seguirà un percorso di linee sismiche prestabilito.

La Figura 3.16 illustra il tracciato che seguirà la nave di acquisizione ed una stima dei tempi previsti per l'acquisizione, elaborati grazie all'utilizzo del software survOPT (www.survopt.com).

Per l'esecuzione dell'indagine geofisica in progetto, che comprende un totale di 119 linee sismiche per un totale di circa 9615 chilometri, si stima una durata dei lavori complessiva di circa 145 giorni.

Tale tempistica comprende, oltre alla durata minima della produzione (stimata a 75 giorni), i tempi tecnici di fermo (stimati a 8 giorni), 44 giorni di standby nel caso di avverse condizioni meteo e/o attività di pesca ed eventuali 18 giorni per l'eventuale riempimento di zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi. Ipotizzando un inizio del rilievo in data 06/10/2014, è dunque stata stimata una data di completamento al 02/03/2015 (vedere tabella in Figura 3.16).

Al momento risulta difficile stimare con esattezza la durata totale del rilievo, la quale dipende strettamente dalla stagione in cui verrà effettuato e dalle condizioni meteo riscontrate. Pertanto, nel caso di impossibilità ad effettuare l'indagine geofisica per ragioni non dipendenti dalla volontà del proponente, tale tempistica potrebbe subire variazioni.

3.4.5 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 di acquisizione, 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.

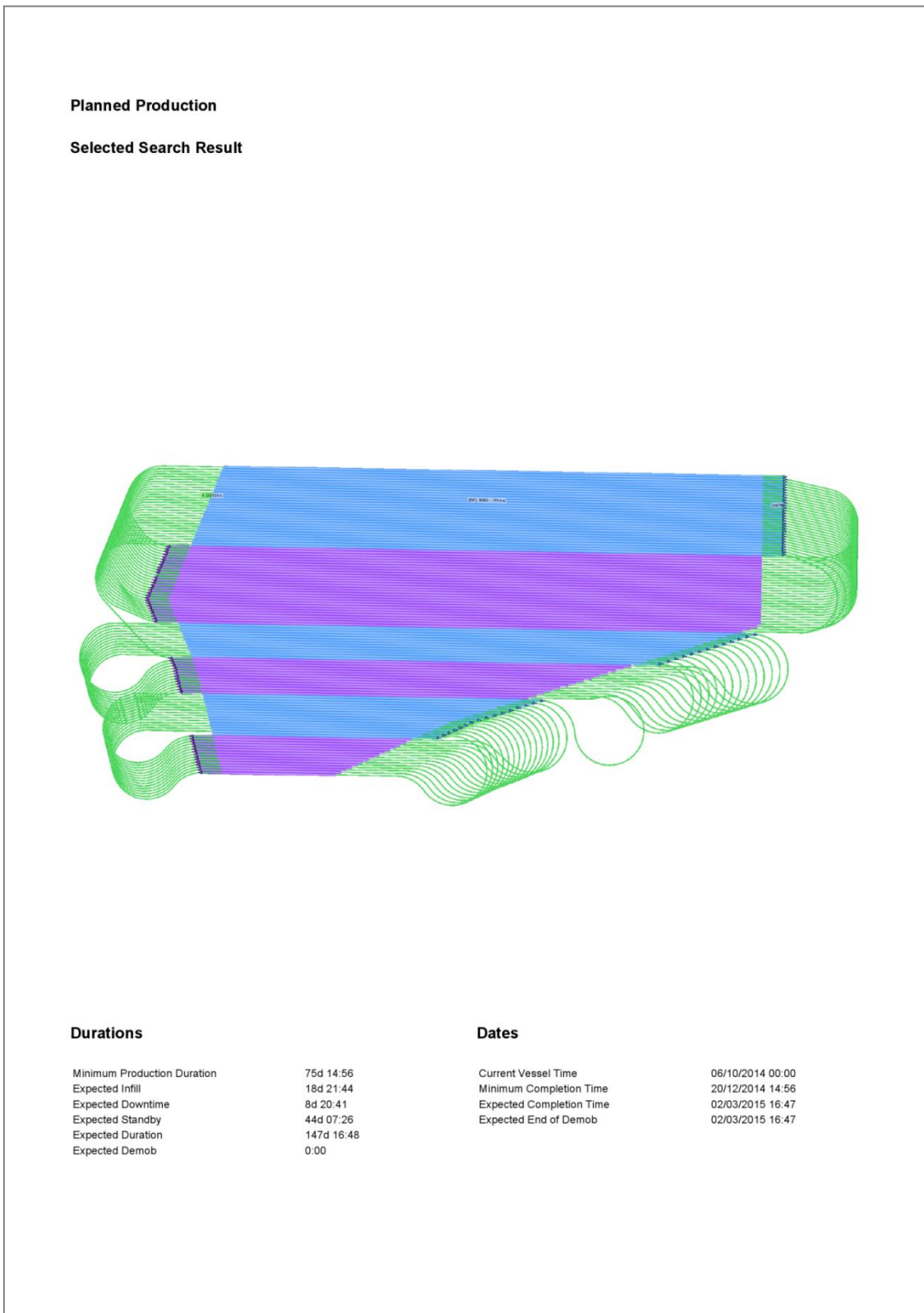


Figura 3.16 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l'utilizzo del software SurvOPT. I rispettivi termini indicano: infill – tempi per l'acquisizione di eventuali zone prive di dati a causa della piegatura dei cavi; Stand-By – tempi di fermo dovuti a condizioni meteo avverse e attività di pesca; Downtime – Fermi tecnici (fonte: WesternGeco)

4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Piano di monitoraggio ambientale

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

La sezione è stata realizzata sulla base delle linee guida per la disposizione del PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) 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’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Tale Piano di Monitoraggio Ambientale ha come scopo la programmazione del monitoraggio delle componenti ambientali per le quali sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall’attuazione dell’opera in progetto, identificando e delimitando per ciascuna componente ambientale 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.

L’unica fase dell’attività in progetto potenzialmente impattante, come indicato nel programma lavori dettagliatamente descritto nel quadro di riferimento progettuale, 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 di acquisizione, 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.

L’esecuzione dell’indagine geofisica in progetto si stima avrà una durata dei lavori di circa 145 giorni, comprensivi di 52 giorni di fermo tecnico, e non è prevista la realizzazione di alcuna opera permanente, né a mare né a terra. Le attività saranno, infatti, temporanee e totalmente reversibili.

Tutta la strumentazione tecnica utilizzata verrà trainata dalla nave di acquisizione e si manterrà in sospensione ad una profondità costante di poche decine di metri dal livello del mare, non entrando in contatto col fondo marino in nessun momento. Non è prevista alcuna variazione delle caratteristiche chimico-fisiche e/o eco-tossicologiche della colonna d’acqua o dei sedimenti marini presenti sul fondale.

Una volta terminata la fase di acquisizione dei dati sismici, tutte le apparecchiature utilizzate saranno issate a bordo e trasportate a terra, liberando lo specchio d’acqua temporaneamente interdetto alla navigazione, dunque il ripristino dell’area interessata dal rilievo non necessiterà di nessuna opera.

Il capitolo 5 del presente studio analizza e valuta gli impatti sulle componenti ambientali previsti per il tipo di attività in progetto e non ha evidenziato impatti ambientali significativi generati dall’attuazione di tale attività nel tratto di mare considerato. Infatti, le eventuali interferenze generate nel corso dell’acquisizione saranno di lieve entità, di breve durata, opportunamente mitigate e non determineranno impatti né significativi né permanenti sull’ambiente marino.

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, quindi, non si prevede uno specifico PMA necessario per la definizione dello stato di qualità delle matrici ambientali interessate dal rilievo geofisico in progetto.

Secondo quanto emerge dal presente studio, la componente più sensibile ad un possibile impatto di tipo acustico è rappresentata dalla cetofauna eventualmente presente nell'area.

Come misura di mitigazione, durante l'esecuzione delle attività di prospezione in progetto, è previsto un monitoraggio continuo che consiste nella dotazione della nave di acquisizione geofisica di un sistema di monitoraggio acustico passivo (PAM) gestito da un operatore esperto addestrato per rilevare le vocalizzazioni dei mammiferi marini eventualmente presenti nell'area. La tecnologia PAM è composta da idrofoni posizionati nella colonna d'acqua, che consentono di processare i suoni utilizzando un apposito programma per l'identificazione dei vocalizzi dei cetacei. In simultanea, l'operatore con l'auricolare e un'interfaccia grafica, visualizza i segnali in entrata per ascoltare le vocalizzazioni. Nel caso vengano rilevati mammiferi marini all'interno della zona di esclusione, l'operatore avviserà tempestivamente l'equipaggio della nave di acquisizione che posticiperà l'inizio delle attività.

In aggiunta al PAM, per l'avvistamento di mammiferi marini ed altre specie sensibili, verrà impiegato anche personale esperto e qualificato MMO (*Marine Mammals Observer*), in modo da avere il controllo visivo del mare in ogni momento. Nell'eventualità che gli addetti all'avvistamento accertino la presenza di cetacei o mammiferi marini sensibili nell'area, l'attività verrà bloccata e posticipata per una durata fino a venti minuti dall'allontanamento degli animali (ultimo avvistamento). A seguito di ogni avvistamento, gli addetti saranno tenuti a 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).

Nel rapporto saranno 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.

4.2 Suolo e sottosuolo

L'area oggetto di istanza si colloca nel Mar Mediterraneo, nell'*off-shore* SW della Sicilia, a SE rispetto l'Isola di Pantelleria, a nord dell'Isola di Linosa e a ovest dell'Isola di Malta. Copre una superficie di 4.209 chilometri quadrati e rientra nella Zona Marina "G".

4.2.1 Caratteristiche geomorfologiche e batimetriche

L'area del progetto risulta essere localizzata ad una distanza pari a 28 miglia nautiche dalle coste siciliane, a 14 miglia nautiche dall'Isola di Pantelleria e a 43 miglia nautiche dall'Isola di Malta, rispettivamente dai vertici perimetrali più vicini al tratto di costa di volta in volta considerato.

Il fondale marino dell'area in oggetto è costituito da forti irregolarità in corrispondenza delle strutture tettoniche presenti. Sono evidenti in Figura 4.1 due depressioni orientate NO-SE che risultano raggiungere una profondità da 1400 metri fino a più di 1700 metri con dei minimi da 500 a 800 metri.

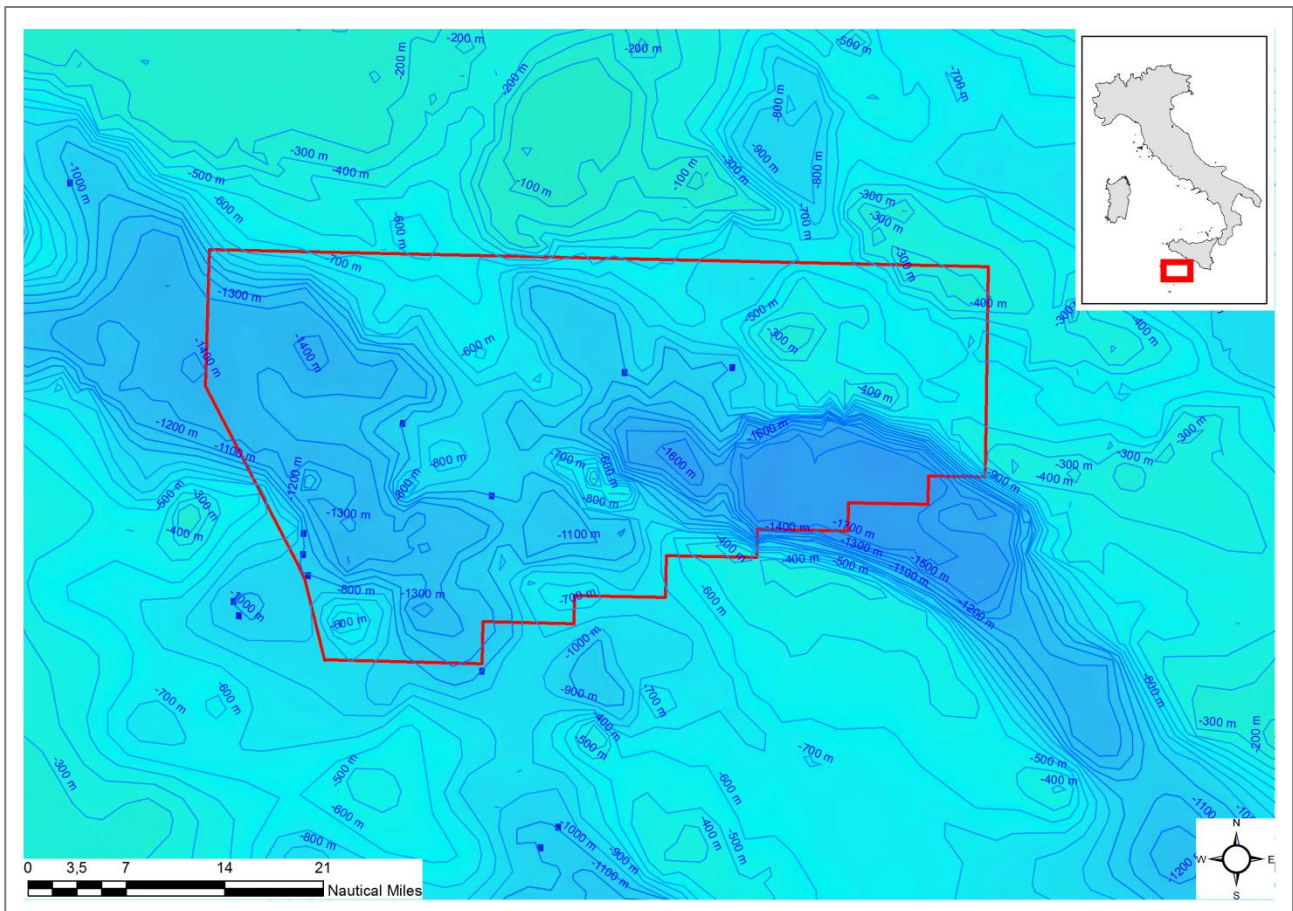


Figura 4.1 – Dettaglio della batimetria dell'area oggetto di studio

Nel dettaglio, a NW, la massima profondità registrata è di 1400 metri e in tutto il settore SW il fondale marino si mantiene attorno ai 1300 metri ad eccezione di alcune zone di rilievo che si trovano, da sud verso nord a 560, 704 e 940 metri sotto il livello del mare.

Nella zona centrale dell'area oggetto di indagine, di transizione tra le depressioni presenti, si registra una profondità di 1000-1100 metri, interessata da rialzamenti fino a 642 metri a sud e a 597 metri più a nord.

A SE dell'area in istanza si trova il settore a batimetria maggiore che raggiunge i 1750 metri nella sua parte centrale. A nord di questa estesa depressione è presente una zona rialzata con profondità da 620 a 300 metri.

4.2.2 Inquadramento geologico regionale

Il contesto tettonico in cui l'area oggetto di studio è localizzata è il risultato dell'orogenesi della catena Appenninica e Maghrebide, come conseguenza alle dinamiche tettoniche imposte a partire della collisione neogenica-quadernaria dell'Africa con la placca Adria (o promontorio Apulo) e la placca Europea (Viti et al., 2011) (Figura 4.2).

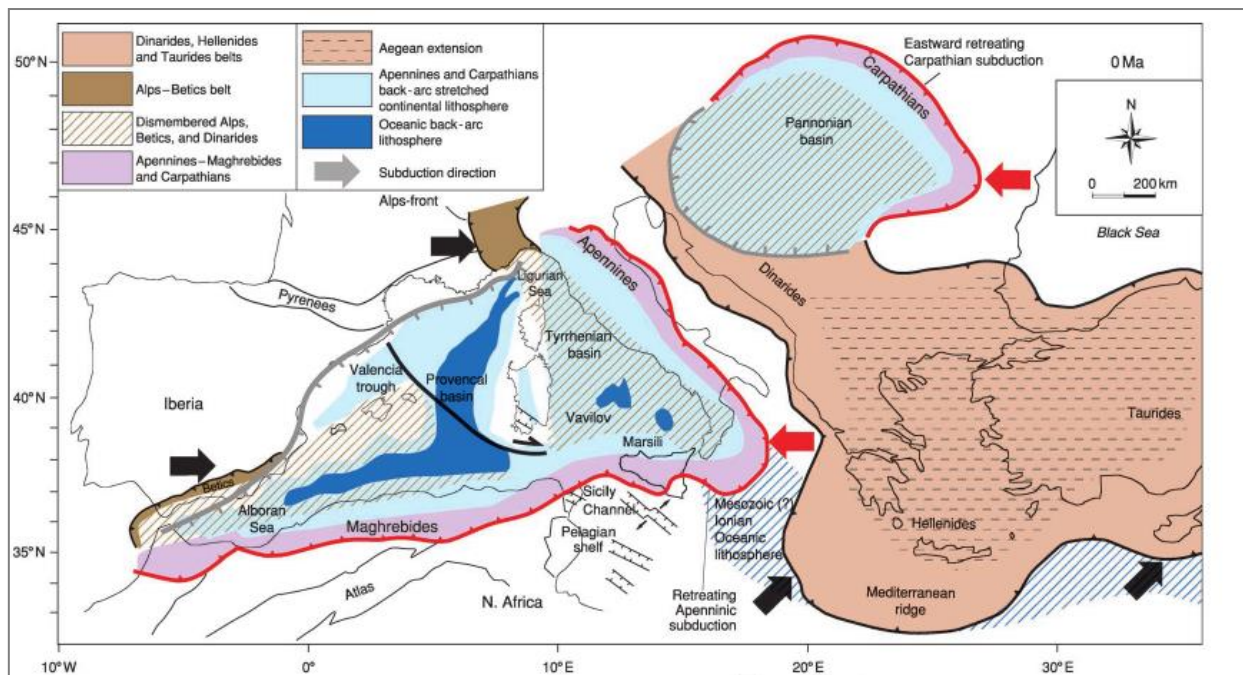


Figura 4.2 - Quadro geodinamico attuale. Sono visibili quattro zone di subduzione: zona Appennino-Maghrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-Greco-Taurica in direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)

Nel Mesozoico si svilupparono estese piattaforme carbonatiche diffuse nelle aree oceaniche della Tetide e lungo i margini continentali passivi, che furono dissezionate da tettonica distensiva nel corso del Giurassico-Cretaceo. Successivamente alla fase estensionale avvenuta nel tardo Mesozoico, venne ad instaurarsi una fase di inversione tettonica, caratterizzata principalmente dallo sviluppo di zone di subduzione verso ovest. La conseguenza dell'inversione del regime tettonico ha causato la consunzione della litosfera oceanica della Tetide e degli adiacenti margini continentali.

Il moto relativo tra l'Africa e l'Europa a partire dal Neogene è ancora argomento di discussione, ma più recenti ricostruzioni mostrano direzioni di movimento relativo tra nord-ovest e nord-est. Dati spaziali geodetici confermano questo movimento, in cui l'Africa mostra una componente nord-sud di relativa convergenza con l'Europa di circa 5 millimetri/anno (dati raccolti dalle banche dati NASA relativi ai recenti movimenti globali della placche tettoniche).

I moti assoluti delle placche Europa e Africa mostrano direzioni verso nord-est e non nord-ovest come di solito assunto (database NASA) (Figura 4.3). 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.

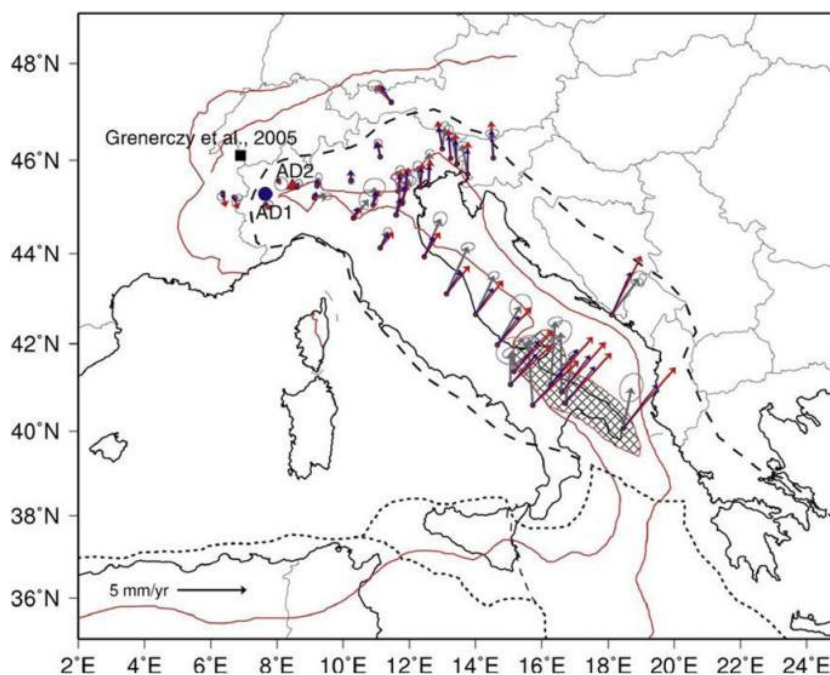


Figura 4.3 - Vettori GPS mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)

Le principali zone di subduzione cenozoiche nel Mediterraneo sono: Alpi-Alpi Betiche, Appennini-Maghrebidi e Dinaridi-Ellenidi-Tauri (Figura 4.4).

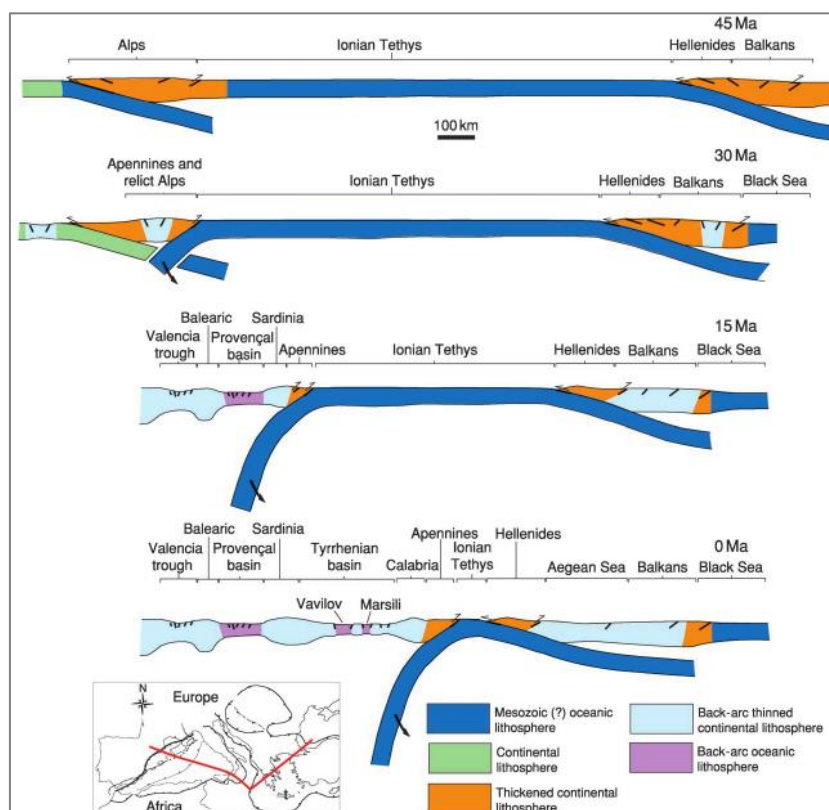


Figura 4.4 - Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni d'anni: Subduzione Alpina, subduzione Appenninica e subduzione Dinarica-Ellenide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)

Le zone di subduzione verso est o nord est (Alpi-Alpi Betiche e Dinaridi-Ellenidi-Tauri) sono caratterizzate da alte quote strutturali e morfologiche, doppia vergenza, spessa crosta, coinvolgimento delle rocce cristalline profonde, avana fossa poco profonda. Viceversa, le zone di subduzione con direzione verso ovest che

interessano gli Appennini e i Carpazi sono caratterizzate da quote strutturali e morfologiche basse, vergenza singola, spessore sottile della crosta, coinvolgimento delle rocce superficiali, avansosse profonde e un bacino di retro-arco molto sviluppato. Quest'asimmetria può essere attribuita alla deriva verso ovest della litosfera rispetto al mantello, con un tasso annuo di circa 49 millimetri come calcolato osservando il progressivo movimento degli *hot-spot*.

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 (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).

I principali elementi strutturali che caratterizzano il sistema orogenico della catena Appenninico – Maghrebide in Sicilia orientale (Figura 4.5) sono costituiti da un dominio di avampaese-avanfossa, un dominio di catena ed infine dal dominio tirrenico. Il tutto è dominato dall'edificio vulcanico etneo che si è formato a partire da 200.000 anni fa lungo una zona di *rifting* attiva che taglia trasversalmente l'intero orogene.

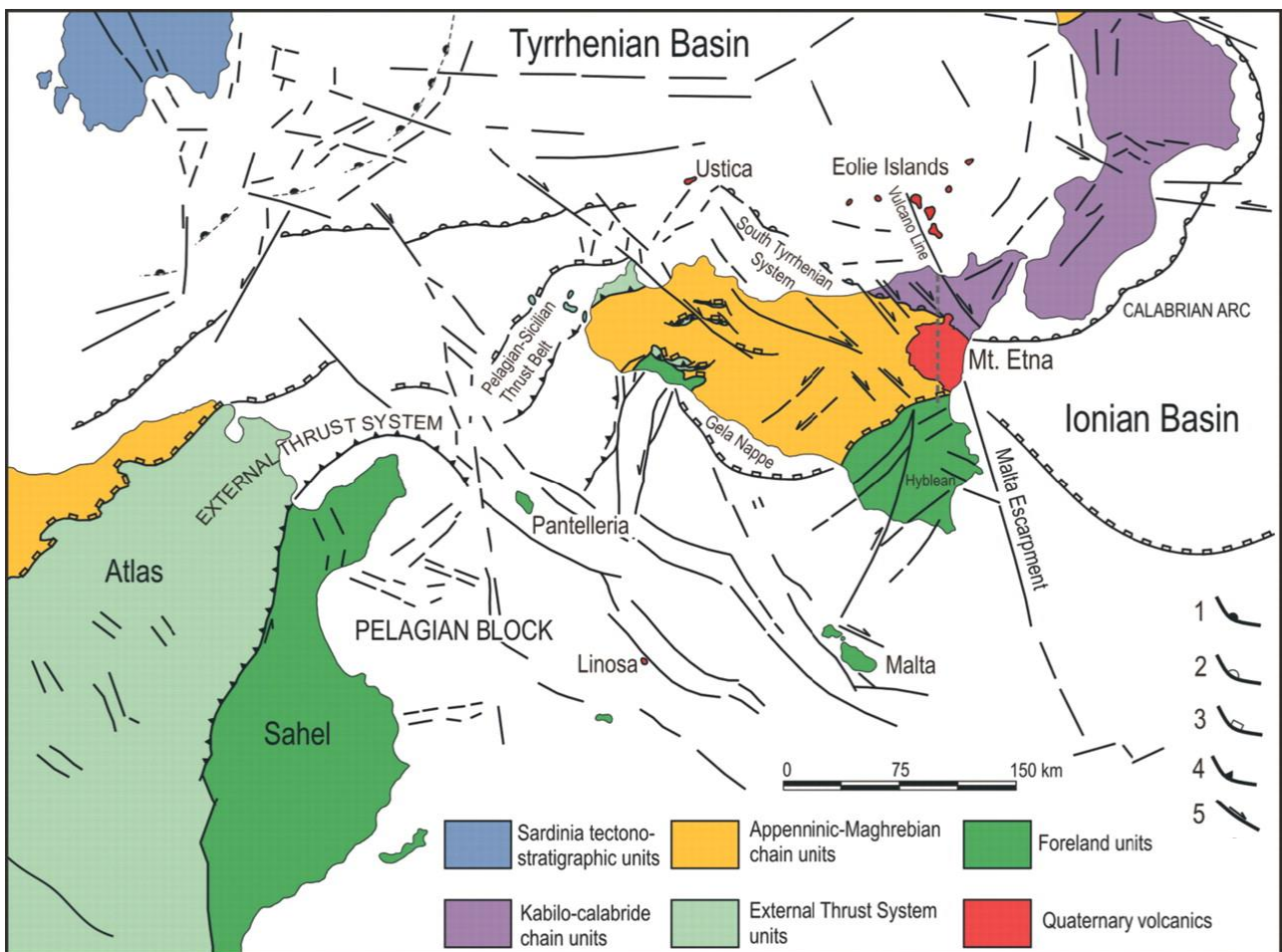


Figura 4.5 – Assetto strutturale del Mediterraneo centrale: 1) Sovrascorrimento regionale del blocco Sardo-Corso al di sopra delle unità Calabride, 2) Sovrascorrimento regionale delle unità Kabilo-Calabre sopra la catena Appennino-Maghrebide, 3) Fronte esterno della catena Appenninico-Maghrebide sopra le unità di avampaese ed il sistema di sovrascorrimenti esterni, 4) Parte frontale del sistema di sovrascorrimenti esterni, 5) Principali faglie normali e trascorrenti (fonte: Lentini et al., 2006)

Il dominio d'avampaese è rappresentato da diversi settori di pertinenza afro-adriatica, i quali differiscono tra loro sia per le caratteristiche crostali che per le coperture sedimentarie. Questi, separati da importanti strutture crostali, si identificano nel blocco Pelagiano e nel blocco Apulo, separati dal bacino Ionico. In Sicilia il blocco Pelagiano è costituito da crosta continentale, caratterizzata da spessori dell'ordine dei 25-30 chilometri, su cui poggiano potenti successioni carbonatiche mesozoico-terziarie. Verso est, tra la costa ionica etnea e l'*off-shore* di Malta, il sistema di faglie della Scarpata di Malta separa il blocco Pelagiano dal bacino Ionico. Nelle aree di flessura settentrionali, lungo il margine esterno della catena, sul dominio Pelagiano si sviluppano successioni terrigene plio-pleistoceniche di avanfossa. In Sicilia orientale il fronte della catena Siculo-Maghrebide è accavallato sul margine nord-occidentale flessurato dell'avampaese Ibleo; al di sotto della catena il tetto dei carbonati inframiocenici iblei è raggiunto dai pozzi fino a profondità di oltre 3.000 metri. Attraverso dati geofisici si suppone che sotto l'edificio vulcanico etneo esso raggiunga una profondità di circa 5 chilometri (Figura 4.6).

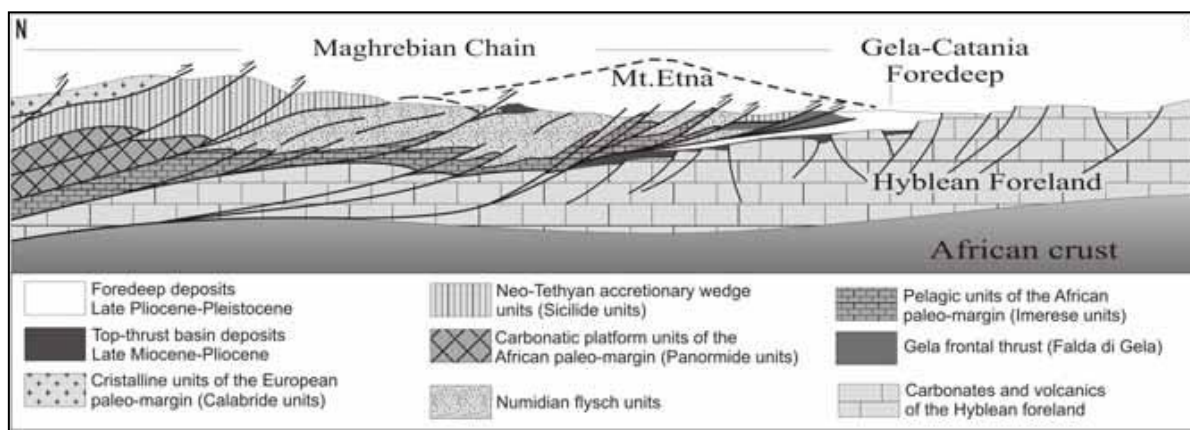


Figura 4.6 - Sezione geologica schematica attraverso la Sicilia orientale (fonte: Catalano et al., 2004, modificata)

Il bacino Ionico è costituito da un'area a crosta assottigliata e/o oceanica, probabile residuo di un bacino mesozoico, caratterizzata da spessori dell'ordine dei 10-15 chilometri, nei quali sono comprese potenti successioni sedimentarie rappresentate da circa 2.000-4.000 metri di sedimenti carbonatici mesozoico-paleogenici e da circa 2.000-4.000 metri di sedimenti terrigeni supramiocenico-quadernari. Verso NW queste successioni sono interessate da una serie di *thrust* che permettono di definire la fascia deformata dell'Arco Calabro Esterno, interpretabile nel suo insieme come un cuneo di accrezione neogenico-quadernario.

Il dominio di catena comprende l'Appennino Meridionale, che presenta un andamento generale NW-SE, e la Catena Siculo-Maghrebide che invece mostra un andamento circa W-E. Questi segmenti d'orogene, costituiti da falde di copertura, sono collegati dalla struttura fortemente arcuata dell'Arco Calabro nel quale sono rappresentate le unità del basamento cristallino delle porzioni più interne dell'intero sistema orogenico.

La struttura fortemente arcuata dell'Orogene Appenninico-Maghrebide è legata ai processi d'indentazione del *plateau* Pelagiano, che hanno causato i processi di *rifting* nel bacino tirrenico lungo la sutura tra il blocco Sardo-Corso e quello Apulo. La conseguente estrusione laterale dell'Arco Calabro verso il dominio ionico è stata favorita dalla rotazione antioraria del settore appenninico e oraria di quello siciliano.

Per quanto riguarda la struttura crostale, l'area di catena è caratterizzata dalla sovrapposizione di due discontinuità, interpretate come superfici Moho. Di queste una, che trova continuità nel dominio tirrenico, è ubicata a circa 25 chilometri di profondità, mentre l'altra, che si raccorda con i domini di avampaese, è definibile a circa 40 chilometri di profondità.

4.2.3 Panorama geologico locale

Nel Triassico Superiore e nel Giurassico Inferiore nel Canale di Sicilia in conseguenza al *rifting* della Neotetide, si instaurarono una forte estensione e subsidenza.

Il movimento trascorrente destro tra Africa ed Europa (Catalano et al., 1996) ha favorito lo sviluppo di bacini di *pull-apart* di intrapiattaforma, come quello di Streppenosa (Catalano e D'Argenio, 1982; Catalano et al., 1996). Durante questo periodo, faglie orientate NW-SE e NE-SW dividevano aree caratterizzate con differenti tassi di subsidenza, sviluppando strutture ad *horsts* e *grabens*.

La forte subsidenza di origine tettonica si è praticamente arrestata nella parte bassa del Giurassico Medio (Toarciano, Yellin-Dror et al., 1997, Soussi e Ben Ismaïl, 2000), con il passaggio dallo stadio di *rifting* a quello di *spreading* dell'Oceano Ionico, situato più ad est.

Le stesse faglie associate con l'apertura della Neotetide hanno controllato la sedimentazione dal Giurassico Inferiore ad oggi (Figura 4.7).

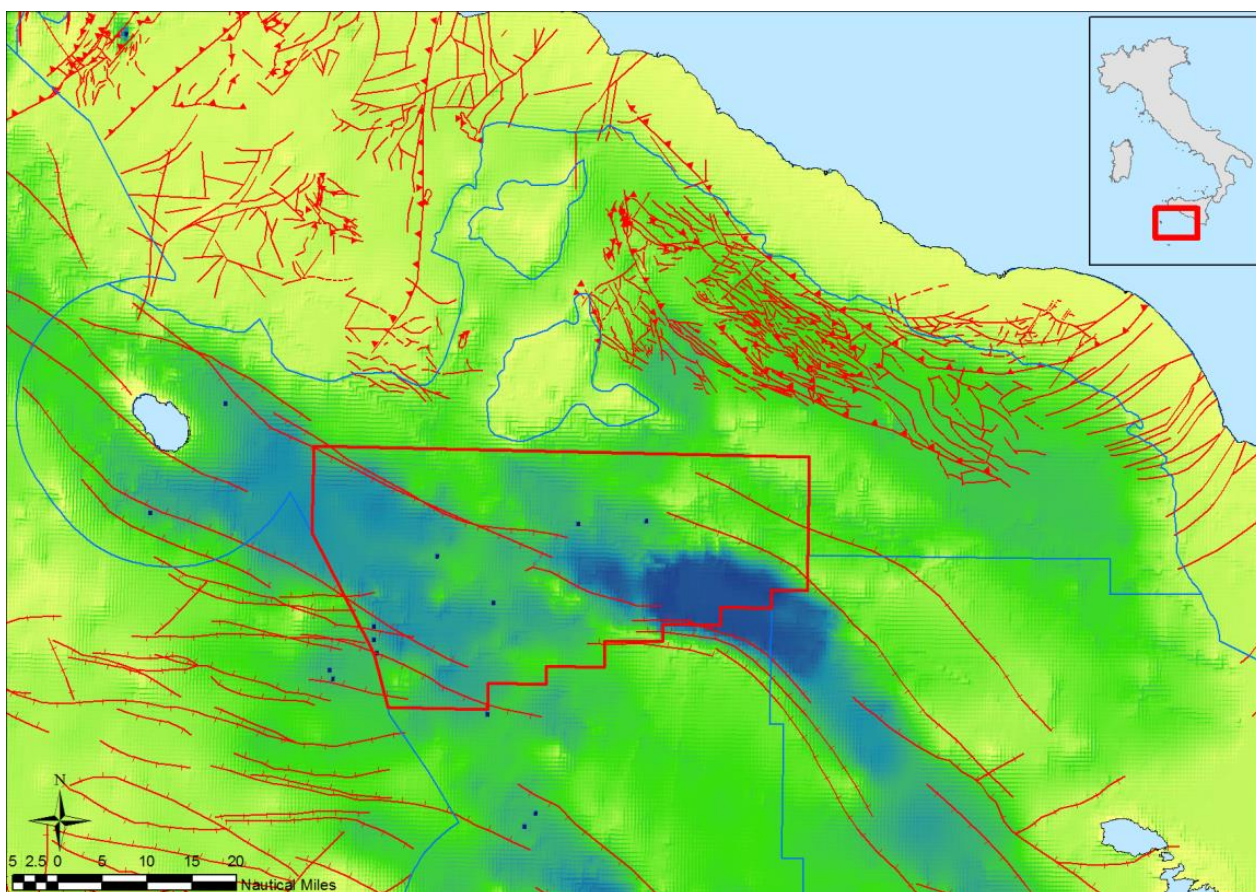


Figura 4.7 - Mapa batimetrica del Canale di Sicilia con l'indicazione delle principali strutture tettoniche

Dopo l'annegamento della piattaforma, la subsidenza è stata controllata solo dall'evoluzione termica crostale fino al Cretaceo Inferiore. Il processo estensionale, infatti, era migrato verso S-SW con un apice di attività nel Cretaceo Inferiore ed è terminato bruscamente nell'Aptiano (Grasso et al., 1999).

La placca Africana ha cominciato a derivare verso nord a partire dal Cretaceo superiore e questa convergenza è continuata fino ad oggi. Dal Santoniano, le strutture estensionali precedenti sono state invertite come faglie inverse o piccoli sovrascorrimenti associati a blandi piegamenti (Klett, 2001). Nell'Eocene inferiore si sono attivate delle faglie di trasferimento orientate E-W o WNW-ESE.

Nel Paleogene, tuttavia, il regime tettonico era abbastanza uniforme per l'intera area ibleo-maltese con una direzione di massima compressione orientata NW-SE (Grasso et al., 1999). Questa prima fase tettonica compressiva ha avuto dei picchi di attività a 58 e 46 milioni d'anni (Grasso et al., 1999).

Dall'Oligocene superiore al Miocene, l'intera regione è stata soggetta ad un forte sollevamento (Yellin-Dror et al., 1997) che ha portato ad erosione, non-deposizione (Klett, 2001) oppure allo sviluppo di nuove piattaforme carbonatiche (Adam et al., 2000).

Durante il Messiniano, il sistema di faglie del Canale di Sicilia (*Sicily Channel Rift Fault Zone* – SCRZ – che comprende i *graben* di Pantelleria, Malta, Linosa) ha cominciato a svilupparsi per l'azione di faglie normali orientate NW-SE (Gardiner et al., 1995).

La deformazione relativa allo sviluppo di queste strutture continua a tutt'oggi, risultando in un *rifting* in contesto trascorrente con uno stress massimo orizzontale orientato NW-NNW. La SCRZ è costituita da stretti *graben* NW-SE, divisi da faglie transtensive orientate NE-SW, E-W e NNW-SSE (Argnani et al., 1986; Yellin-Dror et al., 1997; Adam et al., 2000). Molte di queste faglie trascorrenti hanno inoltre agito come strutture di trasferimento o come faglie di rilascio (*release faults*, Destro et al., 2003).

Tali strutture tettoniche hanno quindi controllato la subsidenza e la sedimentazione nell'area, con forti variazioni di spessore delle unità post-messiniane.

Queste fasi tettoniche sono chiaramente visibili anche nelle sezioni sismiche a riflessione disponibili, con faglie normali al top delle formazioni Noto-Gela, al top delle Formazioni Streppenosa e Inici/Siracusa, ed al top della Formazione Gessoso-Solfifera. La fase più evidente è certamente l'ultima, anche per la presenza di una superficie molto riflettente localizzata al top delle evaporiti messiniane. Si tratta generalmente di faglie transtensive NE-SW o NNE-SSW con strutture a fiore negative (Harding, 1985) che hanno sviluppato una serie di semigraben associati a faglie normali NO-SE.

L'avampaese Pelagiano e Ibleo

Il bacino di avampaese in Sicilia (Lentini et al., 2006) è caratterizzato da una spessa crosta continentale (25-35 chilometri di spessore; Scarascia et al., 2000) che si estende dalla Tunisia (Figura 4.8) alla Sicilia ed è rappresentato dall'indeformato blocco Pelagiano. Questa piattaforma si colloca sopra crosta continentale ed ha uno spessore di 6-7 chilometri. Essa è costituita da una sequenza sedimentaria Mesozoica-Cenozoica, composta da calcari bacinali e di acque poco profonde con ripetute intercalazioni di vulcaniti.

Il *Plateau* Pelagiano rappresenta un segmento E-W del margine continentale africano (Dewey et al., 1989) flesso verso Nord al di sotto dell'orogene Maghrebide-Siciliano.

Il Canale di Sicilia rappresenta una porzione centrale del *Plateau* Pelagiano che interessa una larga area del mare Pelagiano caratterizzato da acque basse epicontinentali e da una batimetria irregolare.

A partire dal tardo Miocene quest'area è stata soggetta ad una intensa attività di *rifting* che ha portato alla formazione di tre profonde depressioni tutte orientate NW-SE: il bacino di Pantelleria, il bacino di Linosa ed il bacino di Malta.

I bacini in questione sono dei *graben* che incidono profondamente la piattaforma Pelagiana. Questi bacini sono colmati da sedimenti torbiditici ed emipelagici di età Plio-Quaternaria e sono separati tra di loro da faglie normali sub-parallele (Lentini et al., 2006).

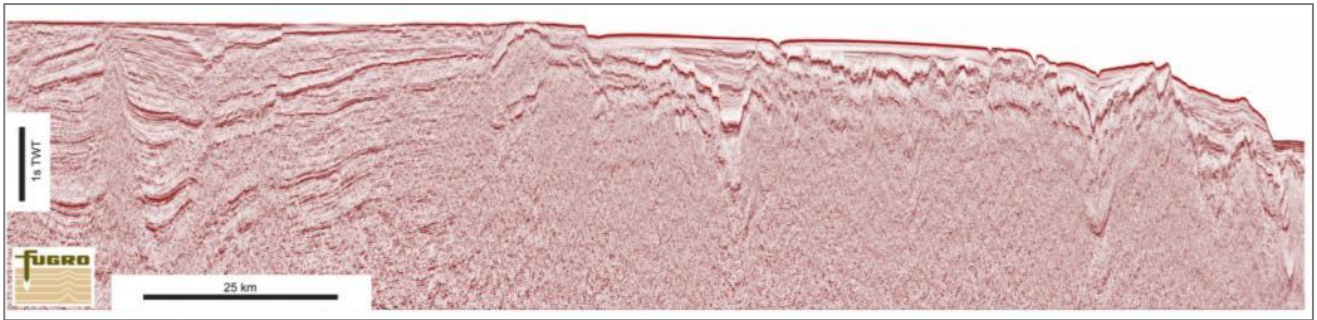


Figura 4.8 - Profilo sismico regionale della piattaforma Pelagiana (off-shore Tunisia) (fonte: www.seismicatlas.org)

Il margine orientale della piattaforma Pelagiana è rappresentato da una delle più importanti faglie presenti in questa parte del Mediterraneo: la Scarpata Ibleo-Maltese, un lineamento tettonico orientato N-S, che separa il plateau Pelagiano dal bacino del Mar Ionio, una porzione di piattaforma che poggia su crosta oceanica (Figura 4.9).

Verso Ovest il Plateau Pelagiano è bordato da una discontinuità orientata N-S, simile alla Scarpata Ibleo-Maltese, che si estende dal Golfo di Tunisi fino a Gabes a sud, separando la piattaforma dalla catena montuosa dell'Atlantide (Lentini et al., 2006). Il limite sud della piattaforma è costituito dal sistema di faglie normali Gafsa-Jeffara, che separa il margine continentale lungo le coste tunisine e libiche.

Sul lato opposto, verso nord, il Plateau Pelagiano è delimitato dall'arco Calabro, mentre verso Nord-Ovest, la piattaforma si flette al di sotto delle unità tettoniche del dominio orogenico Maghrebide ed è separato dall'affiorante Plateau Ibleo (sul suo margine nord-occidentale), da un sistema di faglie normali orientato NE-SW. Il sistema di faglie considerato delimita l'avanfossa di Gela, completamente colmata dalle unità alloctone del fronte della catena Maghrebide (Bianchi et al., 1987, Figura 4.9).

Il margine occidentale del Plateau Ibleo è caratterizzato da strutture orientate nord-sud che lo separano dal settore più depresso dell'avampaese sottoscorsa alle unità alloctone. La maggiore espressione della flessura che interessa l'avampaese si osserva in prossimità del "bacino di Caltanissetta", una larga depressione all'interno delle unità alloctone. Qui una spessa serie di evaporiti Messiniane si è depositata nella regione frontale dei principali sovrascorrimenti verso le aree più esterne.

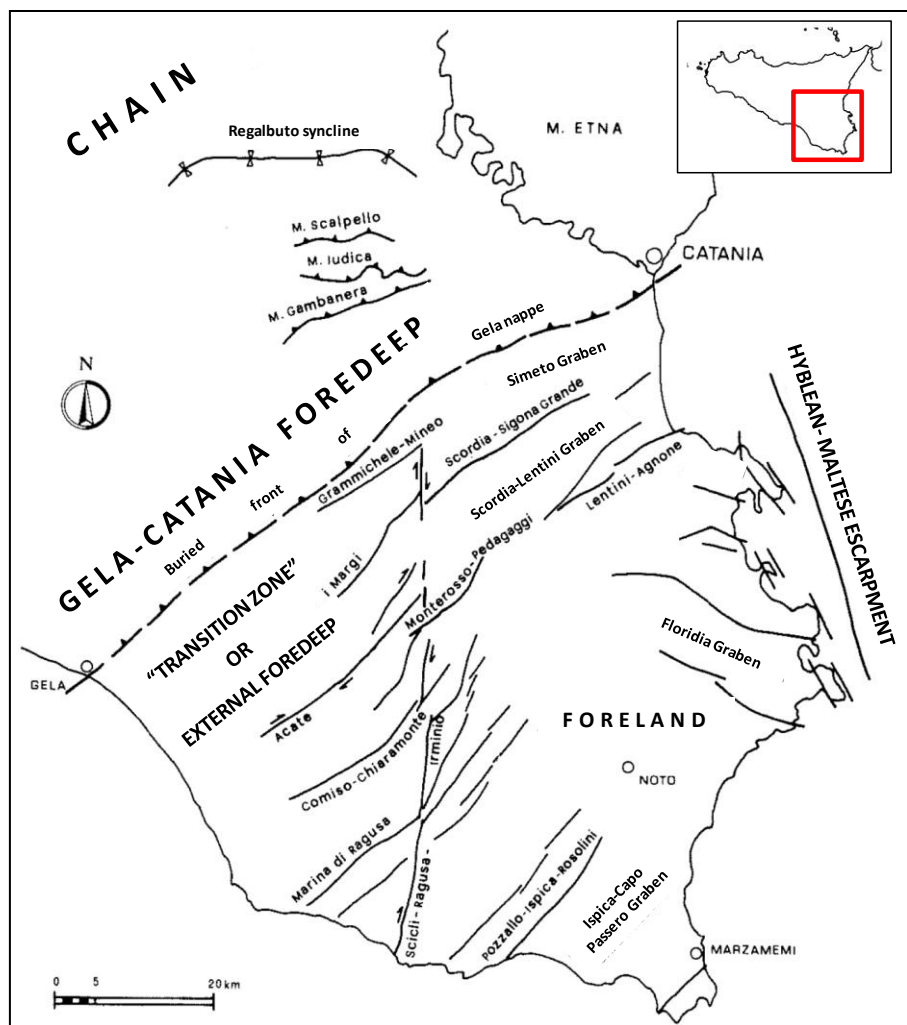


Figura 4.9 – Schema tettonico delle principali strutture del Plateau Ibleo, dell’avanfossa Gela-Catania e dell’area del Monte Judica (fonte: Bianchi et al., 1987, modificata)

Graben Centrali

Nel Mar Mediterraneo centrale, tra la Sicilia e la Tunisia, sono presenti tre principali *graben* tettonici: Pantelleria, Malta e Linosa (Figura 4.10).

Queste depressioni tettoniche sono state considerate da diversi autori come dei bacini di *pull-apart* che coinvolgono profondi livelli crostali che si sono sviluppati lungo una delle maggiori zone di lacerazione crostale (Jongsma et al., 1985; Reuther ed Eisbacher, 1985; Ben-Avraham et al., 1987; Boccaletti et al., 1987; Cello, 1987; Finetti, 1984; Catalano et al., 2009).

Le segmentazioni lungo la zona collisionale centrale del Mediterraneo possono essere dovute alla variazione laterale di densità della crosta che condusse alla formazione di faglie trasformati, così come nel caso del Canale di Sicilia.

Il *graben* di Pantelleria si presenta con una forma rettangolare ed è lungo circa 90 chilometri e largo 30. All’interno del bacino principale, esattamente nel settore meridionale e settentrionale, si distinguono due sub-bacini, delimitati da faglie orientate circa NW-SE. La parte settentrionale del *graben* è caratterizzata dagli edifici vulcanici di Pantelleria che rappresentano degli alti morfologici in quest’area strutturalmente depressa.

Il *graben* di Malta è delimitato da faglie verticali che ne hanno controllato la geometria di entrambi i fianchi; esso risulta essere molto più stretto (circa 15-20 chilometri) rispetto al *graben* di Pantelleria nella sua parte nord occidentale.

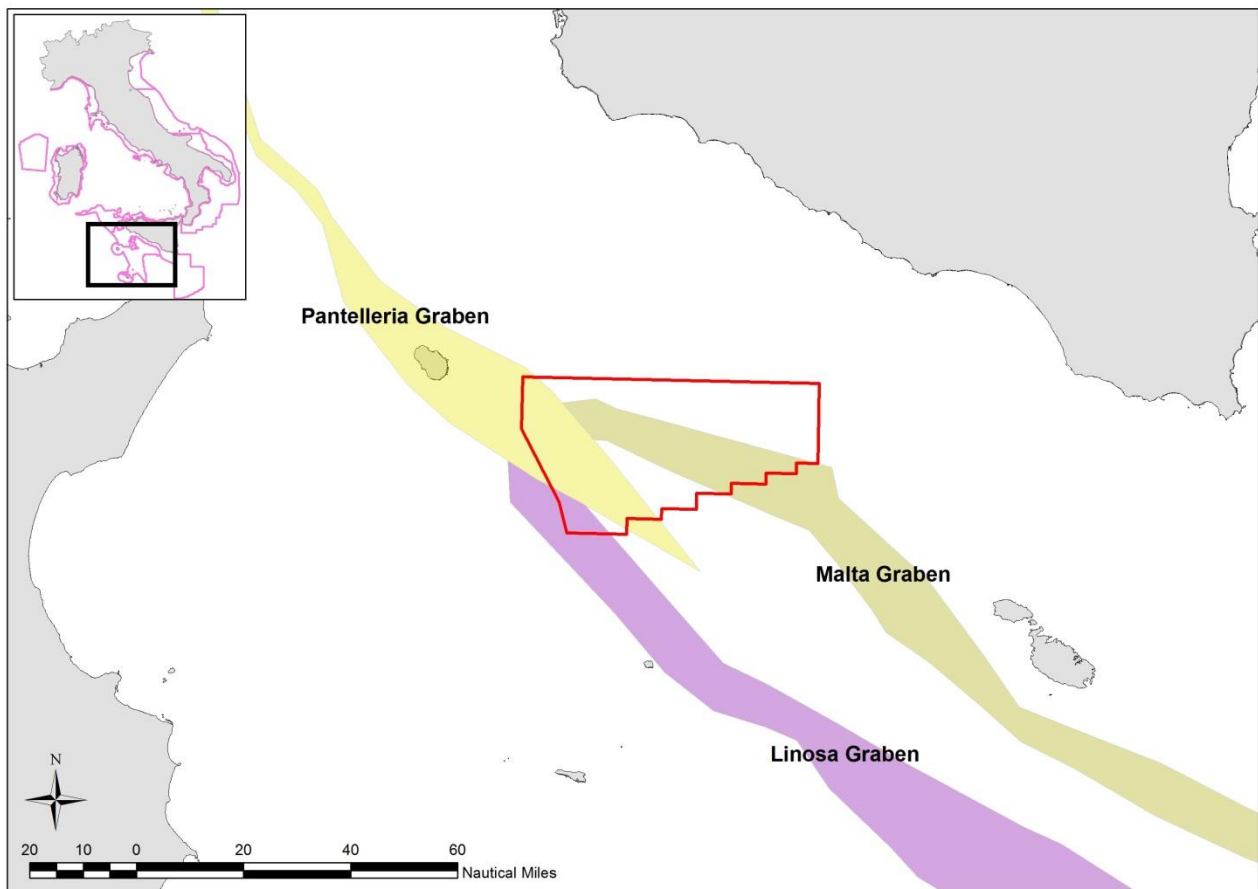


Figura 4.10 – Localizzazione dei graben di Pantelleria, Malta e Linosa rispetto al blocco in istanza (in rosso)

Un sistema di faglie normali con differenti orientazioni interessa il più complesso lato nord del *plateau*. Nel settore occidentale le faglie sono orientate N-S, mentre nel settore orientale i lineamenti principali sono orientati E-W. Dalla carta batimetrica (Figura 4.11A) si osserva una fascia larga circa 10-15 chilometri con un trend di faglie orientato in direzione nord che separa il *graben* di Pantelleria dal *graben* di Malta. Vicino al margine occidentale del *graben* di Malta è situato il monte sottomarino Bannock, che in questa zona rappresenta il rilievo topografico più alto, ed ha orientazione NW-SE come l'asse strutturale del *graben* di Pantelleria.

La zona meridionale del Graben di Pantelleria è caratterizzata da due sub-bacini simmetrici separati da un alto strutturale, il cui fianco sud è caratterizzato da faglie sub-verticali mentre il fianco nord presenta morfologie più gentili.

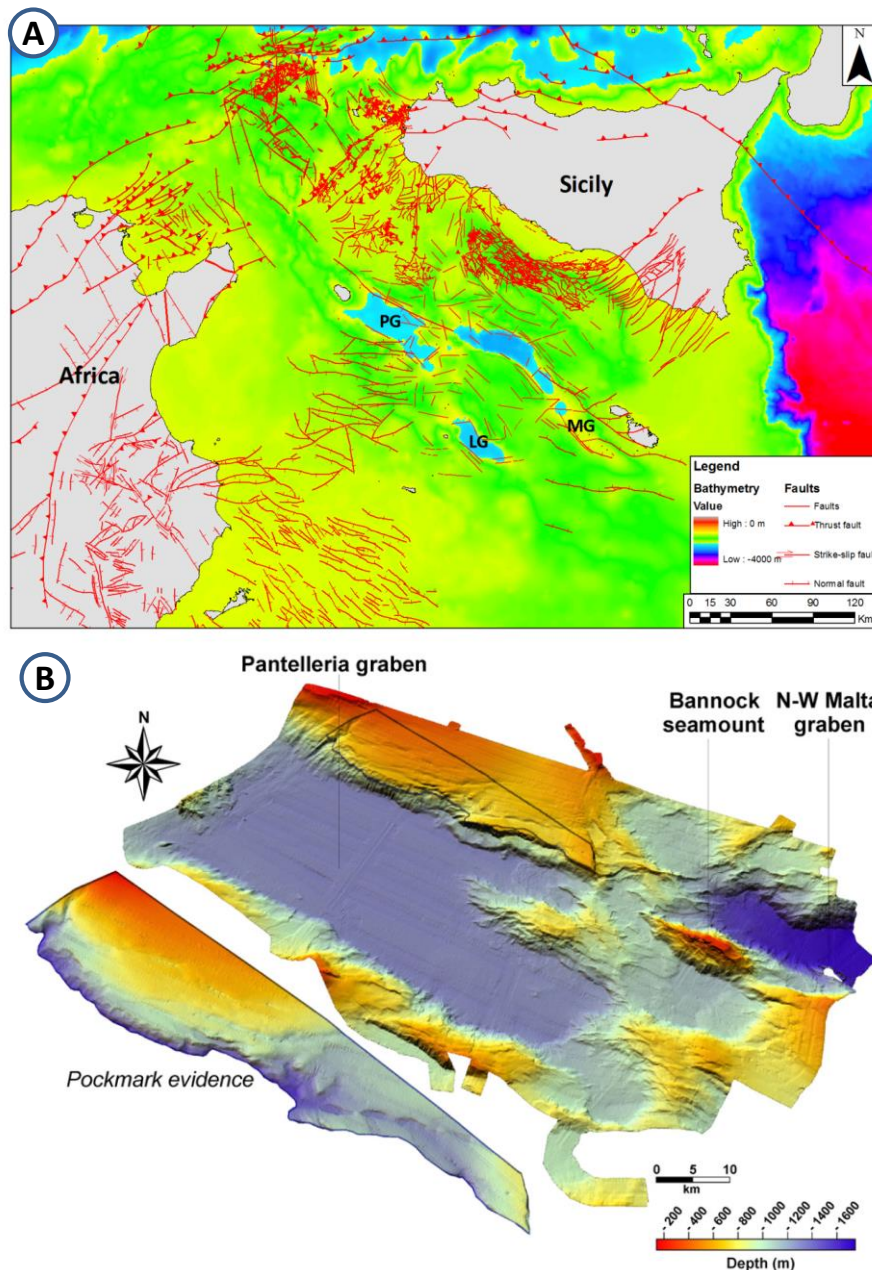


Figura 4.11 – (A) Carta morfologica del Canale di Sicilia e delle regioni circostanti. PG – Pantelleria Graben, MG - Malta Graben, (LG) Linosa Graben; queste sono le principali depressioni tettoniche presenti nel canale di Sicilia. (B) Immagine 3D della batimetria del graben di Pantelleria e delle aree circostanti (fonte: Civile et al., 2010)

4.2.3.1 Stratigrafia dell'area in istanza

L'area oggetto di studio si colloca tra l'*off-shore* Tunisino e Siculo, all'incontro di due diversi domini stratigrafici, presenti in letteratura con una diversa nomenclatura sia per indicare i depositi coevi che quelli aventi caratteristiche simili. Questa zona è soggetta quindi ad ambiguità in termini stratigrafici.

Data la complessità strutturale e i pochi dati di perforazione a disposizione, si è ritenuto opportuno focalizzare la descrizione stratigrafica sulle formazioni di maggior interesse petrolifero, che caratterizzano perlopiù successioni produttive del Canale di Sicilia in corrispondenza dell'*off-shore* tunisino.

Di grande importanza economica sono i depositi del cosiddetto Gruppo Nara (o Formazione Nara) spessa successione Giurassica (Hettangiano-Titonico) depositatasi nell'area Pelagiana della Tunisia, in un contesto di piattaforma carbonatica e di bacino. Buroillet (1956) suddivise tale successione in tre membri: un Membro Inferiore carbonatico-dolomitico (Hettangiano-Carixiano p.p.), un Membro Intermedio (Toarciano-

Bathoniano) composto da carbonati e *shales* bacinali, e un Membro Superiore (Calloviano-Bathoniano) di carbonati pelagici talora dolomitizzati (Bonnet, 1972). L'intervallo stratigrafico corrispondente alla porzione liassica del Membro Inferiore della Formazione Nara si ritiene sia equivalente alla Formazione Inici/Siracusa della Sicilia. La successione del Gruppo Nara è presente ad elevate profondità nel Canale di Sicilia e non costituirà un obiettivo nel corso della presente attività di prospezione.

Una delle più importanti *source rock* nell'area tunisina del Canale di Sicilia è costituita dalla Formazione Fahdene (Albiano) che consiste in una successione marina molto spessa, che raggiunge i 1200 metri nei maggiori depocentri (Tunisia settentrionale ed orientale, Golfo di Hammamet, Golfo di Gabes). Essa è costituita da marne e *shales* di origine marina, di colore da grigio scuro a nero, con sporadiche intercalazioni calcaree e marnose. La località tipo è indicata presso il centro dell'anticlinale di Oued Bahloul a sudest di Makthar, in Tunisia.

La Formazione Abiod (Campaniano – Maastrichtiano) costituisce invece uno dei più importanti *reservoir* nel Golfo di Hammamet e nella Penisola di Cap Bon. Il *seal* di questo *play* è costituito dalla Formazione El Haria (Maastrichtiano-Ypresiano inferiore). Nel dettaglio la Formazione Abiod, lateralmente equivalente alla Formazione Amerillo della Sicilia, è composta da *mudstone-wackestone* fini e compatti, ricchi in foraminiferi planctonici e spesso bioturbati. Il contenuto fossilifero comprende inoltre calcisfere, piccoli foraminiferi bentonici, briozoi, brachiopodi, frammenti di echinidi e di bivalvi, spicole di spugna e *Zoophycos*. La Formazione Abiod può essere localmente coinvolta da dolomitizzazione secondaria (ETAP 1990, Troudi et al., 1999; Negra et al., 2000). La formazione giace in *unconformity* su unità aventi diversa età, mentre è sovrastata dalla Formazione El Haria (Ben Ferjani et al., 1990) e raggiunge spessori che possono superare i 500 metri nella Tunisia nordoccidentale, mentre in direzione dell'*off-shore* Pelagiano si attestano attorno ai 100 metri (Fournié, 1978; Davies e Bel Haiza, 1990). La Formazione El Haria consta in depositi scuri argillitico-marnosi con intercalazioni calcaree, e giace come appena specificato, al di sopra dei depositi carbonatici bacinali del Cretaceo Superiore.

Tra i *reservoir* terziari invece si evidenziano le successioni mioceniche della Formazione Aïn Ghrab (Burdigaliano-Serravalliano) e la Formazione Birsa (Serravalliano).

La Formazione Aïn Grab, riscontrabile in molti pozzi dell'*off-shore* della Tunisia e della Sicilia Occidentale, è stata descritta da Burollet (1956) nell'area di Cap Bon. Si tratta di *packstone* a foraminiferi, molluschi, echinidi, con quantità variabili di argilla e glauconite. In alcuni pozzi è rappresentata da arenarie quarzose con cementi carbonatici e matrice argillosa poco compatta. I grani delle arenarie sono leggermente subarrotondati ed in piccola percentuale composti di feldspati. Il contenuto micropaleontologico è caratterizzato principalmente da foraminiferi bentonici. Lo spessore medio varia da 10 a 30 metri. Si tratta di una successione non sincrona e generalmente datata al Langhiano inferiore, ma può arrivare al Burdigaliano superiore. La formazione Birsa, comunemente chiamata "*Birsa sandstones*", in quanto caratterizzata da depositi prevalentemente silicoclastici consta in depositi appunto sabbiosi legati all'instaurarsi di un sistema fluvio-deltizio dove la distribuzione delle sabbie era influenzata dal controllo tettonico sulla topografia, legato alla presenza di una serie di *graben*.

Il *seal* di tali *reservoir* è costituito dalla Formazione Mahmoud (Langhiano-Serravalliano; Bédir et al. 1996) che consta in argilliti marine di colore verde alternate a sottili livelli di sabbie glauconitiche. Il contenuto fossilifero è rappresentato da foraminiferi planctonici indicanti un intervallo di tempo compreso tra il Langhiano superiore e il Serravalliano inferiore.

Le formazioni sopraccitate, escluso il Gruppo Nara, sono indicate con una stella rossa nella colonna stratigrafica di Figura 4.12.

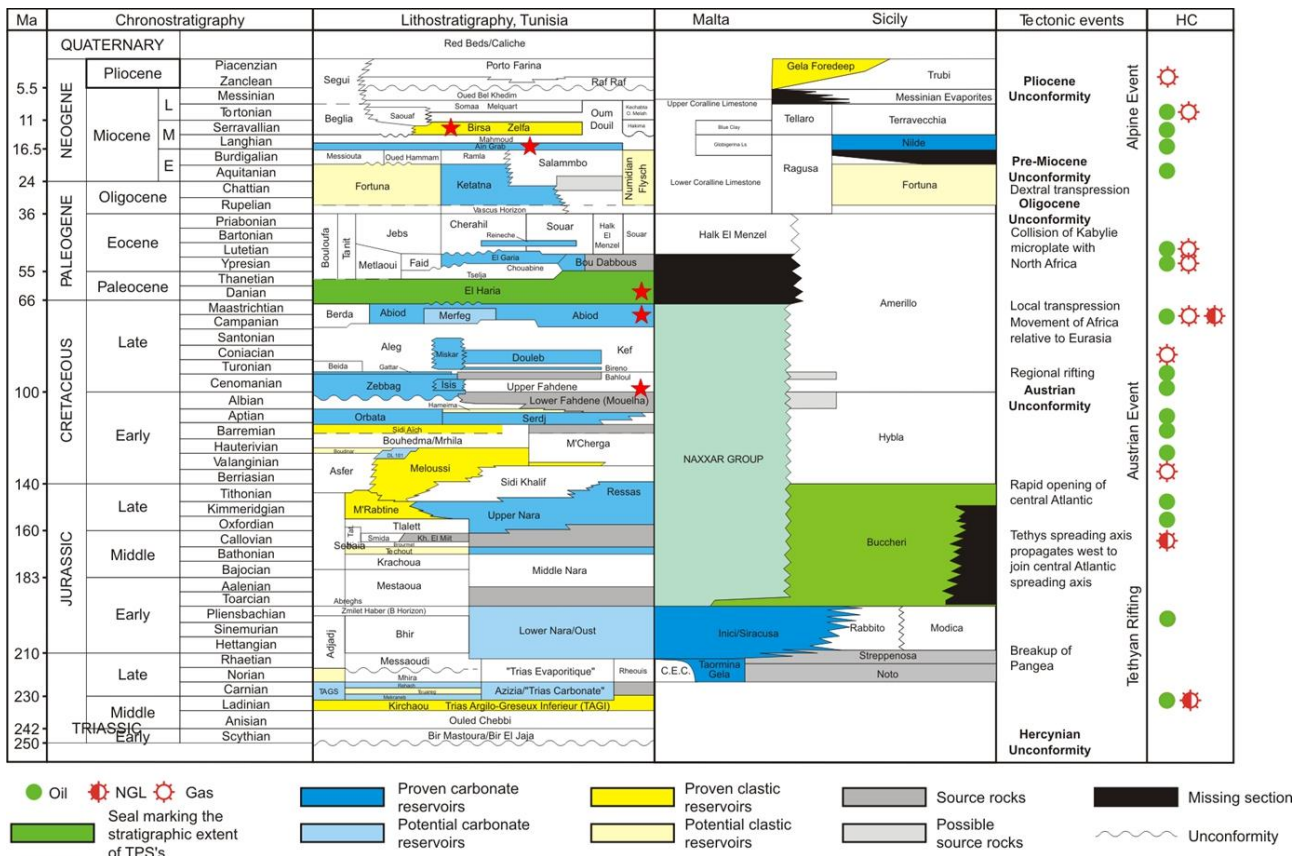


Figura 4.12 – Litostratigrafia del Canale di Sicilia, dalla Tunisia, a Malta, alla Sicilia. Con la stella di colore rosso sono contrassegnate le formazioni di interesse petrolifero (fonte: Klett, 2001, modificata)

4.3 Ambiente marino

4.3.1 Condizioni meteo-marine

Per analizzare la situazione di venti e correnti nell'area di ricerca si sono scelte le stazioni mareografiche ed ondametriche più vicine, i cui dati meteomarinari sono consultabili *online* nell'ambito del database della Rete Mareografica Nazionale, all'interno del sito dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) all'indirizzo www.mareografico.it.

A seguire vengono riportati i grafici riguardanti i valori di temperatura dell'acqua, temperatura dell'aria ed i livelli idrometrici delle stazioni mareografiche più prossime all'area di studio, che sono: Sciacca, Porto Empedocle e Lampedusa.

I dati delle tre stazioni che verranno confrontati fanno riferimento al periodo temporale dal 01/01/2010 al 01/07/2014.

4.3.1.1 Temperatura dell'acqua

In Figura 4.13, Figura 4.14 e Figura 4.15 sono riportati gli andamenti della temperatura dell'acqua nelle stazioni di Porto Empedocle, Lampedusa e Sciacca nel periodo 2010 – 2014. Si può notare che in tutte e tre le stazioni tale temperatura è compresa tra i 12°C e i 30°C circa. Porto Empedocle è quella che mostra una temperatura massima minore rispetto alle altre due stazioni, con valori che si attestano su circa 25° – 26°C, con un picco a 27,9°C nell'estate del 2012. Lampedusa mostra un andamento simile a Porto Empedocle nel periodo considerato anche se con valori leggermente più alti, in quanto la temperatura massima si attesta sui 29°C e con il picco a 29,8°C sempre nell'estate del 2012.

Nella stazione di Sciacca, invece, i valori sono stati registrati solo a partire dal giugno del 2012. Per questa stazione si può vedere che anche in questo caso l'estate del 2012 è stata la più calda, raggiungendo un valore massimo di temperatura di 29,6°C, mentre l'anno dopo la temperatura massima è stata di quasi 28°C.

Per le temperature minime, Porto Empedocle è caratterizzata dai valori più alti, rimanendo a quasi 13°C nell'intero arco di tempo considerato. Da notare la presenza di un valore anomalo di temperatura nell'autunno del 2010, in cui si sono registrati valori di circa 8°C. Lampedusa mostra ancora una volta un andamento simile a quello di Porto Empedocle, anche se con valori minimi leggermente inferiori rispetto alla precedente stazione, di circa 12°C. Anche in questo caso si riscontra un valore anomalo di temperatura nell'autunno del 2010 con un valore che ha raggiunto 1°C sopra lo zero.

La stazione di Sciacca mostra solo i valori minimi raggiunti negli inverni 2012 e 2013, rispettivamente 12° e 14°C.

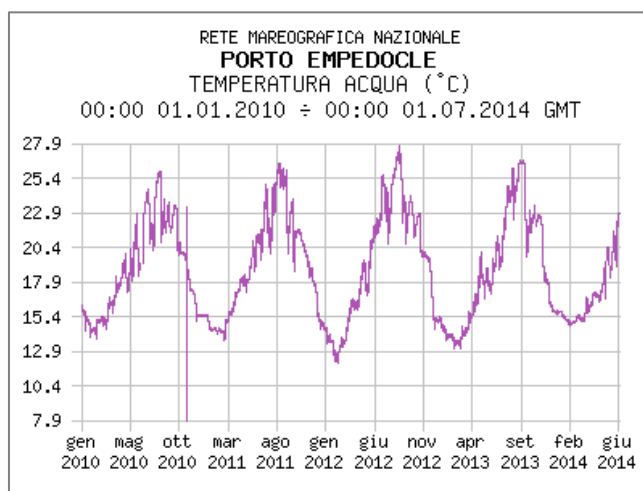


Figura 4.13 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&systemen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

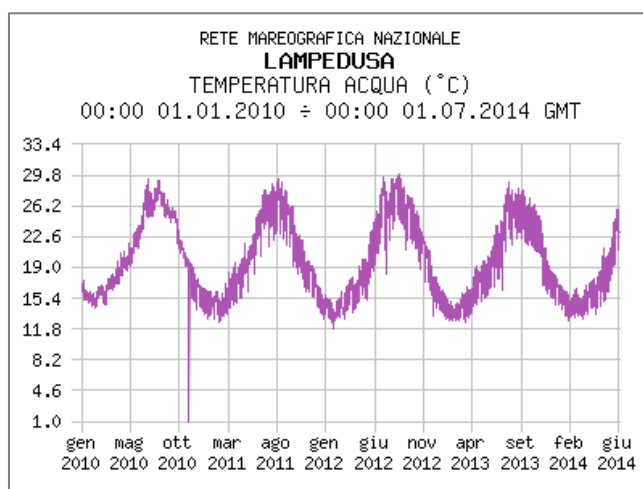


Figura 4.14 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&systemen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

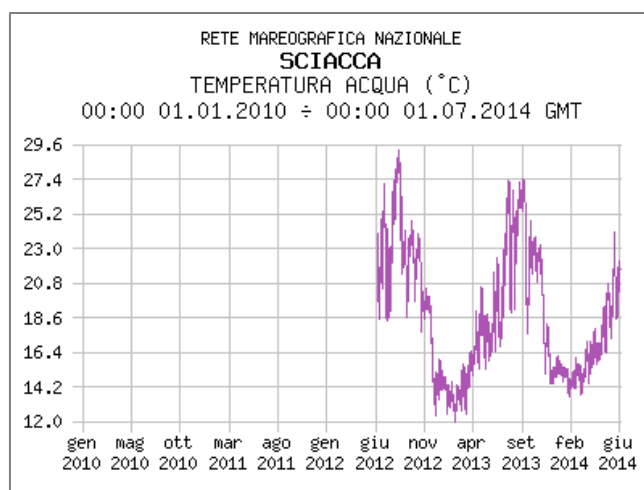


Figura 4.15 - Temperatura dell'acqua nella stazione di Sciacca, periodo 2012 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=05678575528858079178T8266&syslng=ita&system=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

4.3.1.2 Temperatura dell'aria

La Temperatura dell'aria è mostrata in Figura 4.16, Figura 4.17 e Figura 4.18.

I valori maggiori si sono riscontrati nella stazione di Sciacca con 40°C nell'estate del 2012, seguita da Porto Empedocle con un massimo di quasi 38°C (sempre nell'estate 2012), mentre Lampedusa ha mostrato i valori di temperature massima dell'aria minori con un picco di 33°C nell'agosto del 2011.

Le temperature minime hanno mostrato valori diversi nelle tre stazioni. Sciacca è quella che ha registrato il valore minore in assoluto (4,9°C), mentre Porto Empedocle ha rilevato valori che in generale si attestavano intorno ai 7°C nell'arco di tempo considerato, ma con un minimo di 2,4°C nell'autunno del 2010.

Lampedusa è la stazione che ha registrato i valori minimi maggiori, mostrando una temperatura di circa 10°C nel periodo considerato, ma con un minimo di 6,5°C nel gennaio 2012.

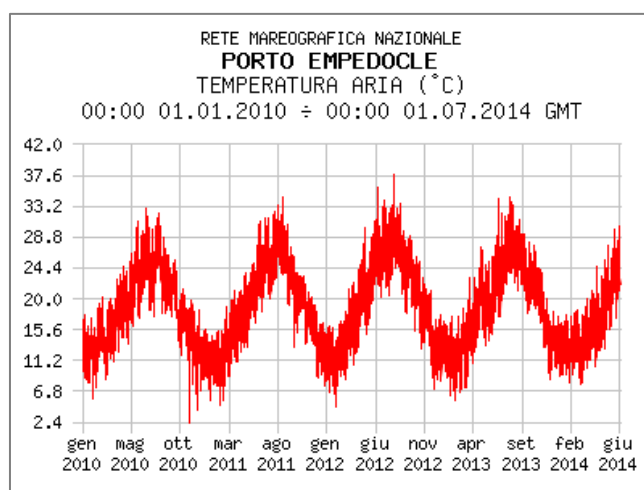


Figura 4.16 - Temperatura dell'aria nella stazione di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=05678575528858079178T8266&syslng=ita&system=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

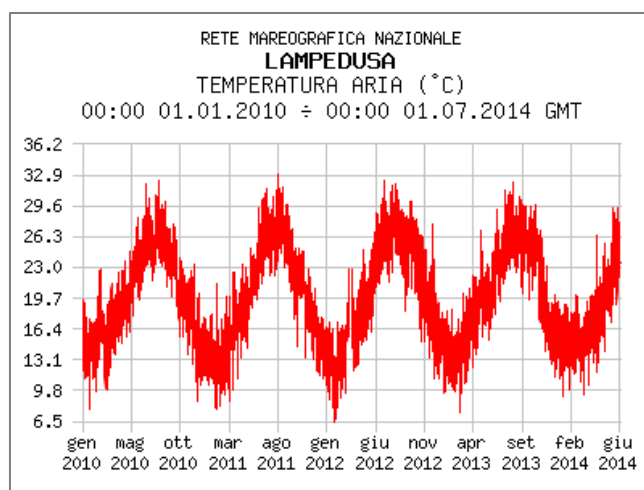


Figura 4.17 - Temperatura dell'aria nella stazione di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&systemen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

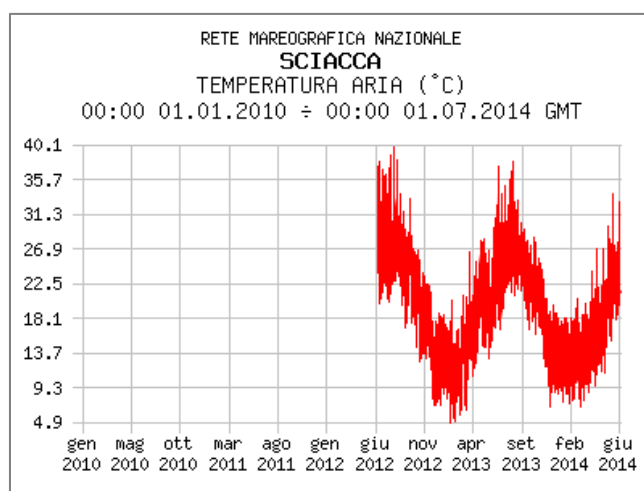


Figura 4.18 - Temperatura dell'aria nella stazione di Sciacca, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&systemen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

4.3.1.3 Livello Idrometrico

Il livello idrometrico mostrato in Figura 4.19, Figura 4.20 e Figura 4.21, ha assunto un andamento abbastanza costante nelle tre stazioni, anche se con valori differenti. Anche in questo caso i rilevamenti nella Stazione di Sciacca riguardano il periodo giugno 2012 – giugno 2014.

A Porto Empedocle il livello del mare è variato generalmente tra i +0,45 metri ed i -0,30 metri. Nell'autunno – inverno del 2010 – 2011, si notano dei picchi a +0,60 ed oltre del livello del mare, mentre il valore minimo è stato registrato nell'aprile del 2013 con un valore superiore ai -0,45 metri.

Lampedusa ha mostrato un *range* di variazione più ampio rispetto a Porto Empedocle, con valori che hanno oscillato tra i -0,30 metri circa ed oltre i +0,60 metri.

La stazione di Sciacca è invece quella che ha registrato un *range* di variazione minore, oscillando tra i -0,20 ed i +0,40 metri, però si può notare che nell'aprile 2013 si è registrato un livello idrometrico eccezionale di quasi +1,33.

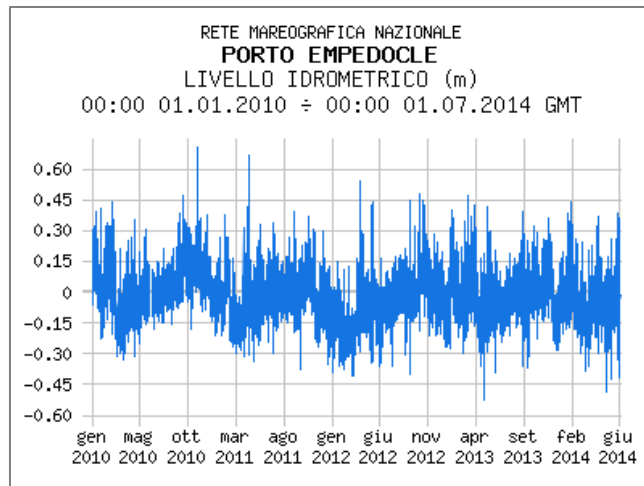


Figura 4.19 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Porto Empedocle, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&system=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

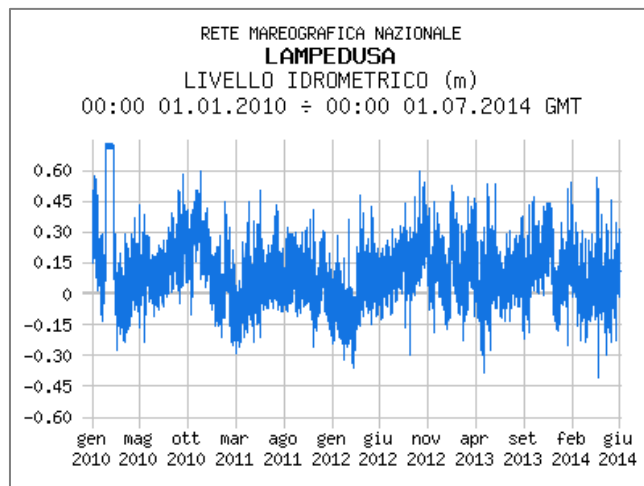


Figura 4.20 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Lampedusa, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&system=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

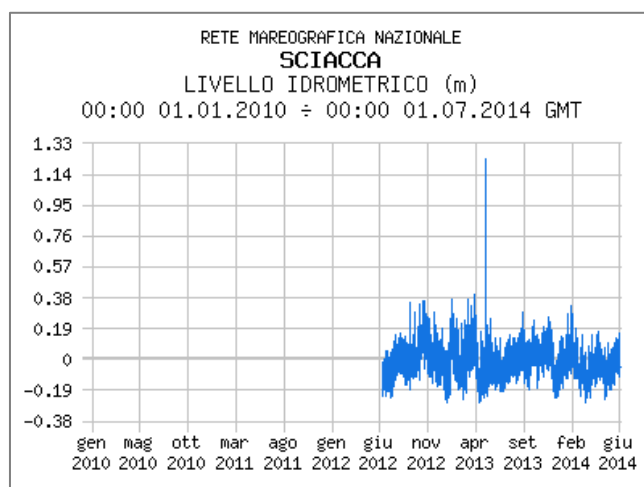


Figura 4.21 - Livello idrometrico nella stazione mareografica di Sciacca, periodo 2010 – 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&system=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

4.3.2 Regime ondametrico

I dati ondametrici nei mari italiani sono registrati ed inseriti in un *network* denominato RON (Rete Ondametrica Nazionale) gestito dall'ISPRA, consultabile nel sito www.idromare.it.

La boa più vicina all'area che sarà oggetto di prospezione è quella di Mazara del Vallo, in provincia di Trapani.

I dati relativi a questa boa vanno dal 1° luglio del 1989 al 4 aprile del 2008, quindi non è stato possibile rilevare i dati disponibili per gli ultimi anni.

Per dare comunque un'idea del tipo di regime ondametrico presente nel luogo, sono stati analizzati i dati relativi al periodo 01/01/2004 – 01/01/2008 (Figura 4.22).

Dal grafico in Figura 4.22 si nota immediatamente che il settore di principale provenienza del moto ondoso è quello ovest, con onde di altezza prevalentemente compresa tra 1 e 2 metri, ma con eventi caratterizzati da altezze che raggiungono e superano i 5 metri.

Altro settore di provenienza delle onde è quello di Sud – Est, ma con valori di altezza delle onde minori rispetto al settore Ovest. Qui, principalmente si trovano onde comprese tra 0,25 ed 1 metro, in minor misura onde comprese tra 1 e 2 metri, e poche volte onde con altezza che raggiunge i 2 – 3 metri.

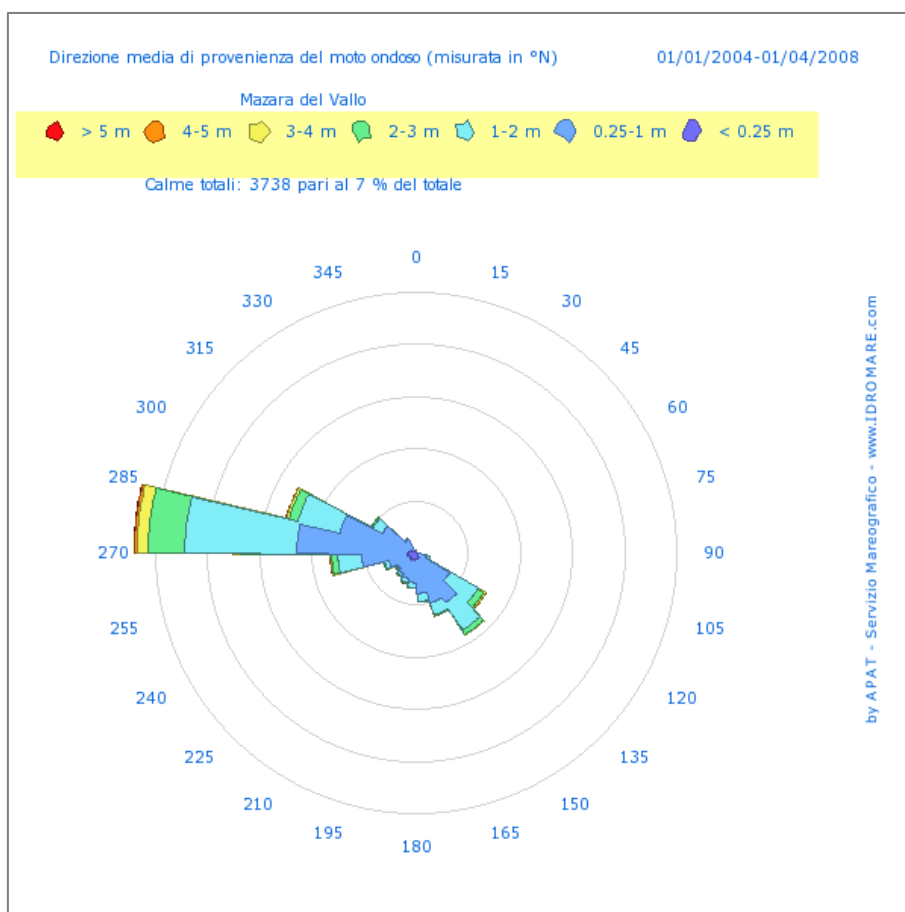


Figura 4.22 - Grafico del moto ondoso nella boa ondametrica di Mazara del Vallo (fonte: www.idromare.it/analisi_clima_ondoso_grafico.php?stazione_1=7&giorno_dal=1&mese_dal=1&anno_dal=2020&giorno_al=1&mese_al=4&anno_al=2008&granularita=15&triangle=1&screenmaxwidth=1280&screenmaxheight=770&analisi_clima_ondoso_grafico=Visualizza+il+Clima+Ondoso)

4.3.3 Salinità

Il mar Mediterraneo è un bacino semichiuso caratterizzato da una forte evaporazione e da un relativamente basso apporto di acque dolci provenienti dai fiumi. I processi di evaporazione sono prevalentemente legati al regime anemometrico, e per questo durante i mesi estivi l'evaporazione è relativamente ridotta. Durante l'inverno, a causa dell'aria fredda e dalla prevalenza di venti secchi, si instaurano invece forti tassi di evaporazione. L'evaporazione, unita al ridotto apporto di acque fluviali, genera nel Mediterraneo un costante deficit idrico, che viene contrastato dal consistente apporto di acque di derivazione atlantica che entrano nel bacino tramite lo Stretto di Gibilterra.

Le condizioni di salinità, mostrate in Figura 4.23, nella porzione di mare a Sud della costa Siciliana, in cui sarà realizzata l'attività di prospezione geofisica, sono caratterizzate da valori medio che attualmente variano tra i 23 ed i 25 psu (*Practical Salinity Units*).

Osservando la mappa di salinità superficiale del 25 giugno 2014 (Figura 4.23) elaborata dal Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa è possibile infatti notare come le salinità più basse siano localizzate nello stretto di Gibilterra e nelle vicine coste nordafricane (e secondariamente nella foce del Po, che costituisce un importante apporto di acque dolci nell'Adriatico). Il settore nord del Mediterraneo Occidentale presenta salinità più basse, comprese tra 38 e 38.5 psu, che passano a valori più elevati (tra 38.5 e 39), nel Mediterraneo Centrale e l'Adriatico, mentre valori superiori a 39 psu possono essere raggiunti nel bacino di Levante.

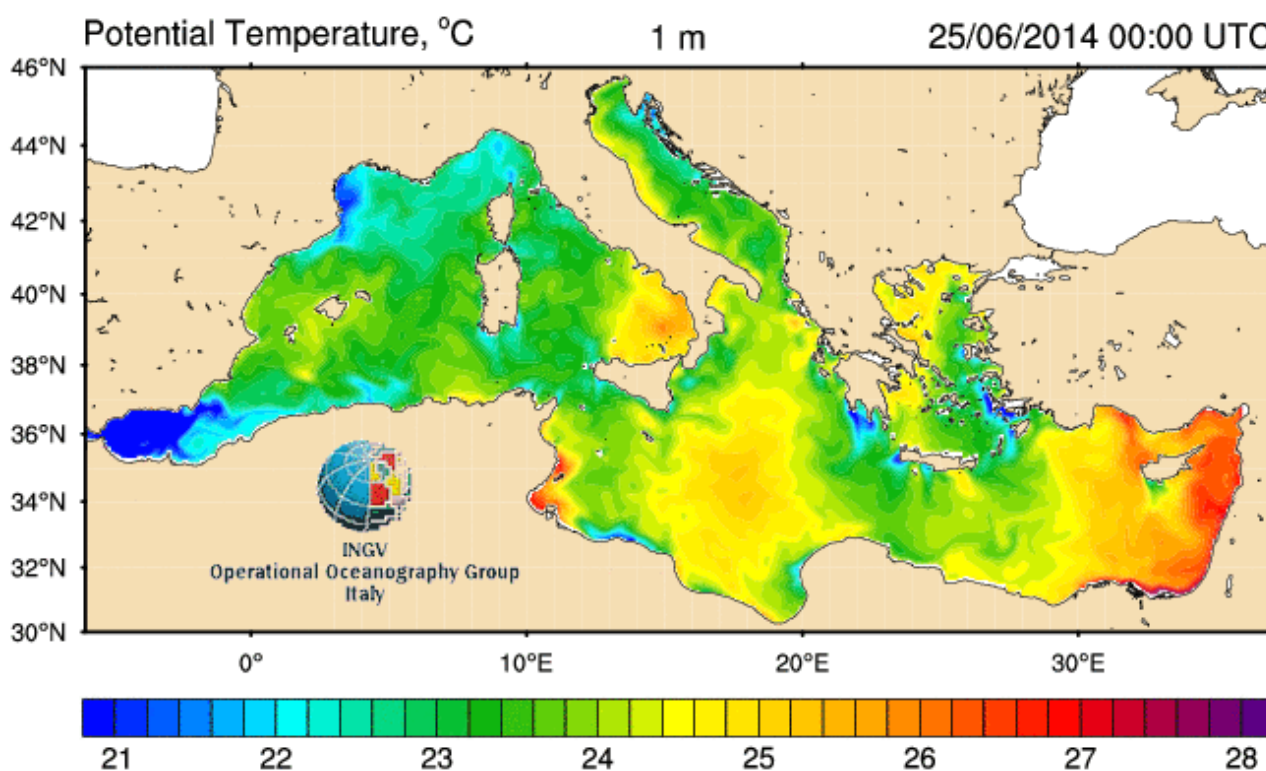


Figura 4.23 - Salinità espressa in psu delle acque superficiali nel Mar Mediterraneo, in data 25/06/2014 (fonte: gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis)

Nella Figura 4.24 si mostra la mappa per valori di salinità superficiali del bacino del Mediterraneo Centro – Meridionale, realizzata a cura del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa e datata a fine giugno 2014, in cui si trova la zona oggetto d'indagine.

Si può notare che, nella zona in esame, i valori di salinità si attestano intorno ai 24,5 psu, e possono raggiungere i 24 psu ai margini dell'area indagata.

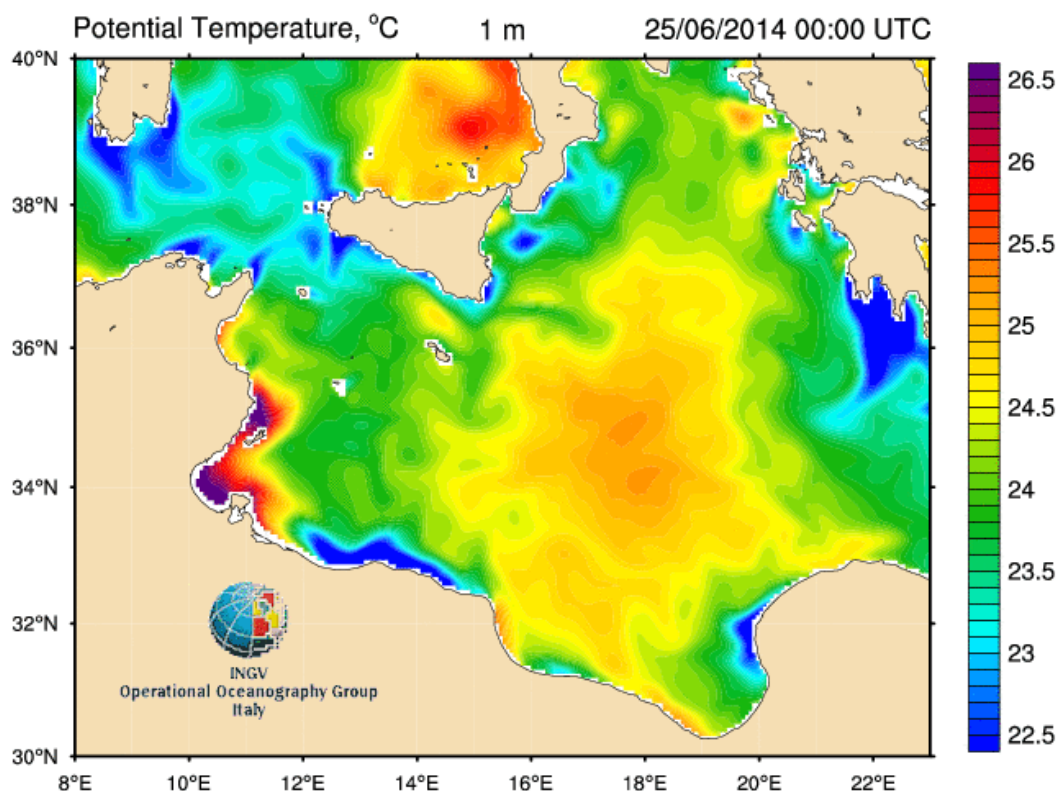


Figura 4.24 - Salinità espressa in psu delle acque superficiali del Bacino Mediterraneo Centro – Meridionale (fonte: gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis)

4.3.4 Venti

Le informazioni riguardanti i venti prevalenti sono state reperite nelle due stazioni mareografiche di Porto Empedocle e Lampedusa. Non sono invece presenti i dati relativi alla stazione di Sciacca. Tali informazioni sono consultabili online nell'ambito del database della Rete Mareografica Nazionale, e scaricabili nel sito internet dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) all'indirizzo www.mareografico.it.

Di seguito sono riportate, in Figura 4.25 e Figura 4.26, le rose dei venti relative al quadriennio compreso tra il 01/01/2010 e il 01/01/2014; questi grafici circolari riportano la frequenza e le direzioni di provenienza, nonché l'intervallo di velocità suddiviso per colore.

A Porto Empedocle i quadranti di prevalenza dei venti sono quelli Ovest e Nord, Nord-Est. I venti provenienti da Ovest mostrano velocità maggiori rispetto a quelli da Nord, con prevalenza di venti compresi tra i 6 ed i 12 metri al secondo, ma anche con la presenza di venti oltre i 12 metri al secondo. Da Nord, invece, si ha prevalenza di venti compresi tra i 2 ed i 4 metri al secondo ed in minor misura di quelli compresi tra i 4 – 6 ed i 6 – 12 metri al secondo (Figura 4.25).

A Lampedusa la grande maggioranza dei venti proviene da Nord, Nord – Ovest ed in misura molto più scarsa da Sud – Est. I venti prevalenti si trovano nel *range* 6 – 12 metri al secondo e raramente superano questo valore (Figura 4.26).

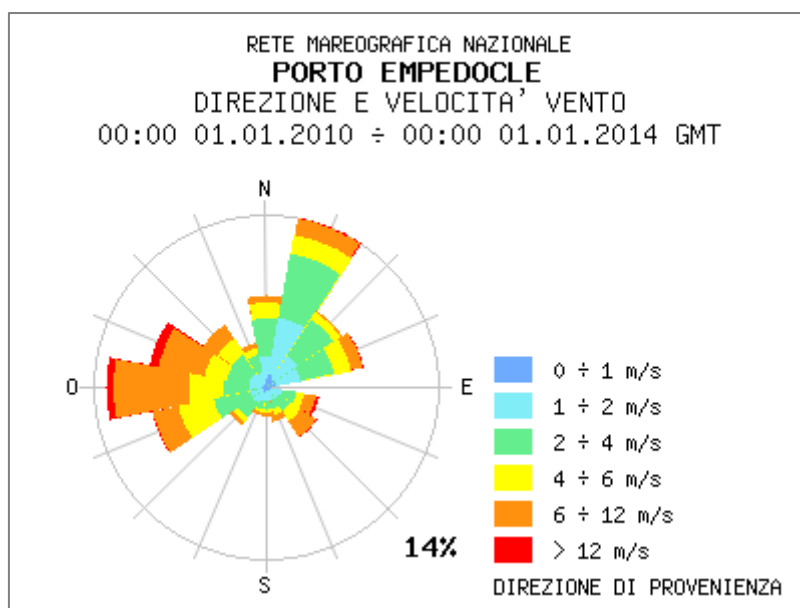


Figura 4.25 - Rosa dei venti a Porto Empedocle nel periodo tra il 2010 e il 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

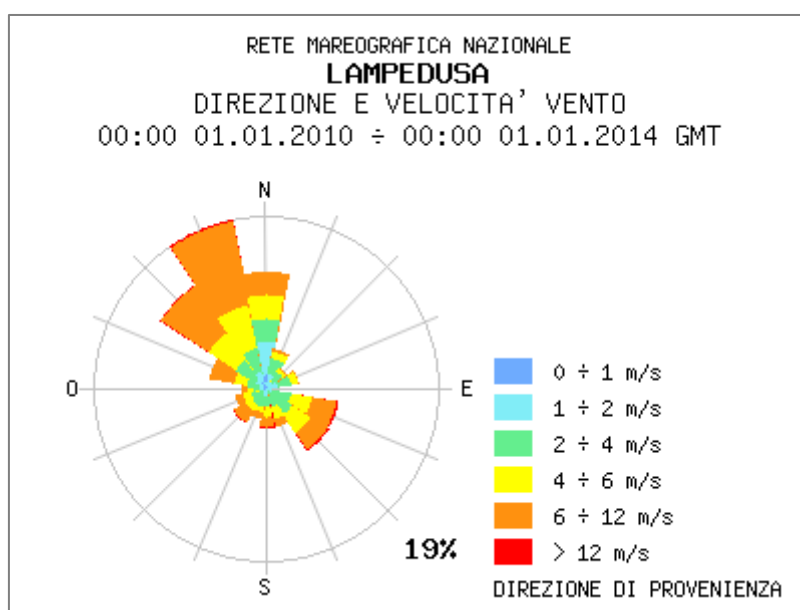


Figura 4.26 - Rosa dei venti a Lampedusa nel periodo tra il 2010 e il 2014 (fonte: www.mareografico.it/?session=0S678575528858079I78T8266&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&syssub=-1&sysfnt=0&code=MULTI&idst=&step=4)

4.3.5 Correnti marine

Il mar Mediterraneo è un bacino semichiuso che nella stagione invernale spesso va incontro a deficit idrico, causato da una forte evaporazione unita ad un relativamente scarso apporto fluviale.

Tale deficit viene in parte contrastato da uno scambio di acque tra il Mediterraneo e l'Oceano Atlantico, che avviene mediante una soglia costituita dallo Stretto di Gibilterra: qui l'acqua atlantica, meno densa e salata, è forzata ad entrare nel Mediterraneo e scorre in superficie, mentre al di sotto di questa si instaura una controcorrente in uscita di acqua mediterranea profonda, più densa e salata.

Le ingenti masse d'acqua che penetrano nel Mediterraneo generano forti correnti, che possono toccare i 2 nodi (1 nodo corrisponde a 1,852 chilometri orari) in corrispondenza dello Stretto di Gibilterra e lungo la costa nordafricana; tali correnti persistono durante tutto l'anno ed interessano le acque superficiali, determinandone un movimento verso est, con intensità che va via via diminuendo procedendo verso il bacino di Levante.

Si genera così una corrente permanente che corre lungo le coste africane e si ramifica all'altezza della Tunisia: un ramo entra nel Tirreno, risale per il mar Ligure e si chiude lungo le coste franco-spagnole nel Mediterraneo Occidentale, mentre il secondo ramo attraversa lo Stretto di Sicilia ed il Canale di Malta ed entra nel Mediterraneo Centrale e nel Bacino di Levante, dove procede costeggiando il litorale nordafricano prima e mediorientale poi, per infine risalire le coste siriane in direzione della Turchia e della Grecia (Figura 4.27).

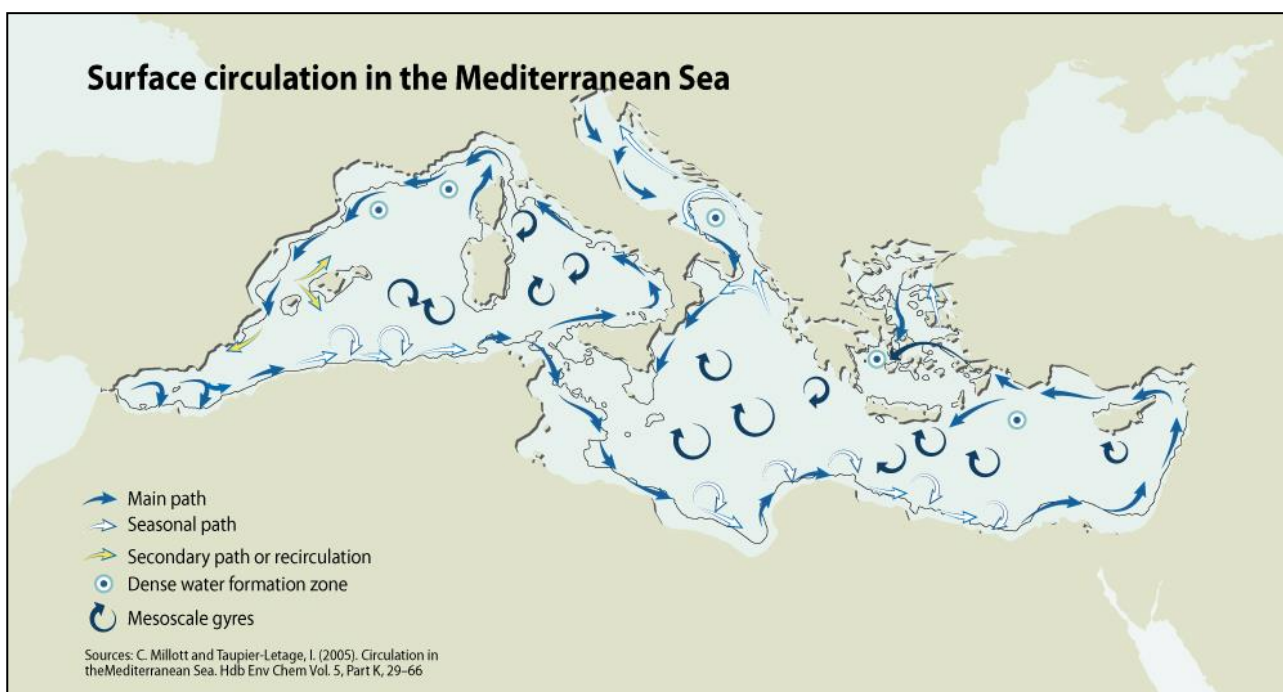


Figura 4.27 – Circolazione superficiale schematica nel Mar Mediterraneo (fonte: *State of the Mediterranean marine and coastal environment, 2012* – modificato da Millot e Taupier-Letage, 2005)

In questo modo, sia il Mediterraneo Occidentale che il Bacino di Levante risultano caratterizzati da una circolazione antioraria o ciclonica, cui si aggiungono diversi sistemi a circolazione parzialmente chiusa, “gyre” o vortici dove l’acqua assume localmente un moto rotatorio dato dall’interazione tra correnti, venti dominanti e forma del bacino.

Fatta eccezione per la Corrente Algerina, stabile lungo la costa africana, le altre correnti sono molto variabili e considerevolmente influenzate da direzione e forza del vento e da situazioni locali. Le correnti più forti si incontrano nei Dardanelli, nel Bosforo, nello Stretto di Gibilterra e in quello di Messina; queste ultime due sono influenzate dalla marea.

A causa della scarsa affluenza d'acqua, le escursioni delle maree sono limitate mediamente a 50 cm e di conseguenza sono di bassa entità anche le correnti generate dalle maree, che raggiungono la velocità di 0,15 metri al secondo solamente nell'alto Adriatico, che è caratterizzato da maree di poco più di 1 metro solo in alcuni periodi dell'anno ed in particolari condizioni meteorologiche.

Nel Mediterraneo, la circolazione può essere schematicamente approssimata ad una cella termoalina aperta, sovrapposta a due celle secondarie costituite dai due sottobacini Orientale ed Occidentale (Lascaratós, 1999; Figura 4.28).

La cella principale descrive la trasformazione delle acque superficiali di derivazione atlantica (AW - *Atlantic Water*) in acque intermedie del bacino di levante (LIW - *Levantine Intermediate Water*), che sono le principali artefici del flusso in uscita dal Mediterraneo all'Atlantico. Le due celle minori invece sono costituite dalla trasformazione delle acque superficiali ed intermedie in acque profonde, dette *Western Mediterranean Deep Water* (WMDW) ed *Eastern Mediterranean Deep Water* (EMDW). L'esistenza di una cella a profondità intermedie è principalmente controllata dalla presenza di due soglie poco profonde, ossia dallo Stretto di Gibilterra e dal Canale di Sicilia.

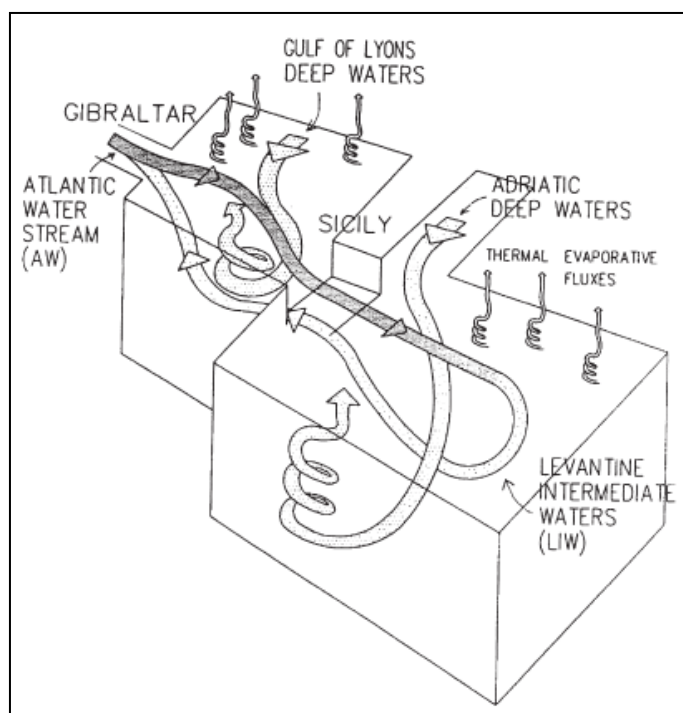


Figura 4.28 – Rappresentazione schematica della circolazione termoalina nel Mediterraneo (fonte: Lascaratós, 1999)

Lo Stretto di Sicilia è caratterizzato da fondali molto complessi dal punto di vista morfologico e batimetrico, ed è sede di importanti processi idrodinamici dovuti a scambi di masse d'acqua tra il Mediterraneo Orientale ed Occidentale.

Lungo le coste meridionali della Sicilia, la piattaforma continentale è caratterizzata dalla presenza di due banchi ampi (circa 100 chilometri) e poco profondi (in media 100 metri), ossia il Banco Avventura ad ovest e il Banco di Malta ad est, intervallati da una stretta piattaforma in zona centrale. In corrispondenza delle coste orientali della Sicilia è presente inoltre uno stretto *shelf-break* con fianchi molto ripidi in direzione est (Malta *Escarpment*), che procedendo verso sud diviene sempre meno ripido fino ad assumere le caratteristiche di un leggero pendio nella Libia settentrionale.

Il flusso delle correnti marine nel Mediterraneo Centrale è guidato principalmente dalla lenta circolazione verticale termoalina a scala del bacino (Hopkins, 1978), che si traduce nella formazione di tre livelli sovrapposti:

- Un livello superficiale costituito dalla MAW (*Modified Atlantic Water* ovvero acqua atlantica modificata), che deriva dall'Oceano Atlantico e che entra nello Stretto come estensione della corrente costiera Nordafricana-Algerina, muovendosi in direzione E-SE verso il bacino Ionico. Le

acque superficiali di provenienza atlantica, all'ingresso dello Stretto si scindono a loro volta in due correnti (Béranger et al., 2004): AIS (*Atlantic Ionian Stream*, o corrente ionica) ed ATC (*Atlantic Tunisian Current*, o corrente tunisina);

- Un livello intermedio di transizione;
- Un livello profondo di acque più calde e salate provenienti dal Bacino di Levante (LIW, *Levantine Intermediate Water* o acque intermedie levantine) che fanno il loro ingresso nello Stretto in corrispondenza del passaggio a sud est di Malta, muovendosi verso ovest in direzione della scarpata siciliana.

In inverno, la MAW riempie interamente lo Stretto fino alle pendici più occidentali della piattaforma Siciliana meridionale, mentre in primavera inizia a distaccarsi progressivamente dalla superficie, assumendo le caratteristiche di una corrente subsuperficiale che raggiunge la profondità di 60 metri in autunno (Sorgente et al., 2003).

La LIW invece, a differenza della MAW, ha caratteristiche abbastanza stabili e non presenta significative variazioni a scala stagionale. Il motivo di tale stabilità deriva dal fatto che la LIW è il risultato di un mescolamento annuale nel bacino orientale tra le acque intermedie di nuova formazione e le acque presenti. La corrente intermedia levantina si forma principalmente durante l'inverno nel settore nordorientale del Bacino di Levante, come risultato di processi di *cooling* e di evaporazione (Nittis e Lascaratos, 1998). Successivamente, tale corrente si muove in direzione ovest a profondità intermedie, penetrando nel Mediterraneo Centrale a mezzo del Canale di Sicilia. All'entrata la LIW ha salinità di circa 38.74–38.75 psu e temperature di circa 14.0–14.1°C in autunno-inverno (Warn-Varnas et al., 1999). La LIW si muove poi verso il mar Tirreno, grazie alla topografia e alla forza di Coriolis, mescolandosi parzialmente con le acque superficiali e profonde, e divenendo maggiormente salina (Sparnocchia et al., 1999). Il flusso della LIW è soggetto ad ampia variabilità stagionale; in inverno è di 2-3 ordini di grandezza in più rispetto all'estate (Manzella et al., 1988; Astraldi et al., 1996). Il "core" di questa corrente è profondo circa 200 metri in inverno, mentre in estate-autunno risulta superficiale (Sparnocchia et al., 1999).

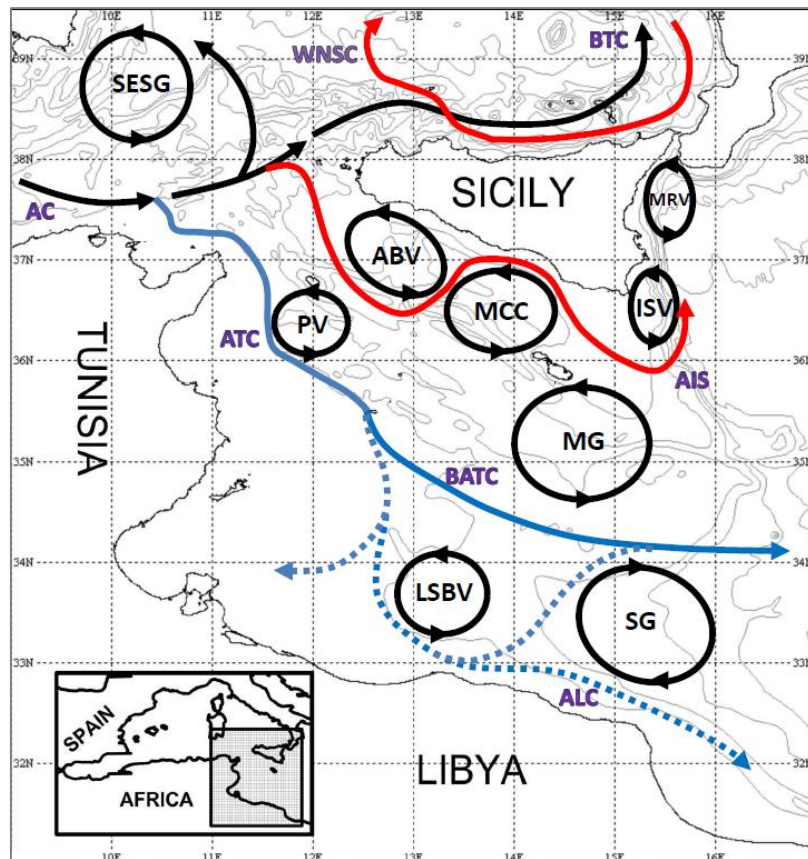
Come descritto in precedenza, l'acqua che entra dallo Stretto di Gibilterra diviene corrente algerina lungo le coste nordafricane ed arriva al Canale di Sicilia prendendo il nome di corrente atlantico-ionica (*Atlantic Ionian Stream* AIS, Robinson et al., 1999). Questa corrente, scorrendo lungo il margine nord del Banco Avventura, si avvicina alla costa siciliana in zona centrale per poi riallontanarsi quando incontra il banco di Malta, spostandosi verso nord nello Ionio lungo la scarpata continentale (Sorgente et al., 2003). L'area di studio è interessata essenzialmente all'azione della corrente AIS, che è in grado d'influire sull'estensione delle aree di *upwelling* (dovuto all'interazione tra le masse d'acqua e i venti dominanti, provenienti perlopiù dai quadranti nord-occidentali) e sulla temperatura dell'acqua apportando delle modificazioni considerevoli sui regimi di temperatura dell'acqua superficiale in questo settore del Mediterraneo.

Modelli sviluppati da Béranger et al. (2004) evidenziano una variabilità spaziale e temporale dell'AIS a diverse scale (interannuale, stagionale, giornaliera), legata a fattori locali. L'AIS e le altre correnti cicloniche sono di fatto soggette a variazioni in lunghezza, dimensione e forma interagendo diversamente modificando la loro posizione sui campi di temperatura e salinità. Le variazioni, estremamente variabili su scala annua, si manifestano diversamente a seconda del percorso dell'AIS:

- Se la corrente Atlantico-Ionica è lontana dalla terraferma, lungo la costa si ha una grande estensione dell'*upwelling*, che nel periodo estivo produce drastici cambiamenti nel regime di temperatura dell'acqua superficiale.

- Se l'AIS passa vicino alla costa questo si ripercuote sulle masse d'acqua circostanti riducendo la dimensione del vortice ciclonico nel Banco Avventura e aumentando la temperatura dell'acqua della zona costiera.

L'AIS produce lungo il suo percorso alcuni vortici permanenti (Figura 4.29) ovvero il vortice ciclonico ABV, che si posiziona in corrispondenza del Banco Avventura, ed il vortice ISV, localizzato ad est di Malta in corrispondenza della rottura di pendio della piattaforma continentale. Ad est dell'isola di Malta l'incontro tra le acque ioniche e le acque atlantiche superficiali determina la formazione di un fronte termoalino permanente (Sorgente et al., 2003).



Legenda

ABV Adventure Bank Vortex	BATC Bifurcation Atlantic Tunisian Current	MG Medina Gyre
AC Algerian Current	BTC Bifurcation Tyrrhenian Current	MRV Messina Rise Vortex
AIS Atlantic Ionian Stream	ISV Ionian Shelf break Vortex	PV Pantelleria Vortex
ALC Atlantic Libyan Current	LSBV Libyan Shelf Break Vortex	SESG South Eastern Sardinia Gyre
ATC Atlantic Tunisian Current	MCC Maltese Channel Crest	SG Sidra Gyre
AW Atlantic Water		WNSC Westward Northern Sicilian Current

Figura 4.29 – Circolazione schematica nello Stretto di Sicilia. Gli elementi permanenti sono segnati in nero, mentre gli elementi stagionali sono segnati in rosso (estate) e in blu (inverno). Le linee tratteggiate si riferiscono al lavoro di Sorgente et al., (2011). (fonte: Sorgente et al., 2011, modificato da Lermusiaux and Robinson, 2001; Béranger et al., 2004; Hamad et al., 2005)

Infine, vi è la corrente tunisina ATC, che percorre in direzione sudest il margine della piattaforma della Tunisia e va a formare una forte corrente costiera lungo il margine di piattaforma della Libia (Millot e Taupier-Letage, 2005). L'ATC raggiunge la maggiore intensità nel tardo autunno (Astraldi et al., 1996; Sorgente et al., 2003).

Come già accennato in precedenza, i venti dominanti provenienti dai quadranti nord-occidentali, a contatto con il sottile strato d'acqua superficiale, espongono grandi porzioni d'acqua lungo le coste meridionali della Sicilia al fenomeno dell'*upwelling* (Figura 4.30a; Mazzola et al., 1998). L'attrito che si manifesta tra acqua e vento può condizionare le correnti della massa d'acqua fino da una profondità che oscilla tra i 40 metri e i 300 metri in condizioni ottimali (strato superficiale detto *Ekman Layer*, Figura 4.30b). Questo spiegherebbe come a livello locale si possano creare piccole deviazioni che si concretizzano in movimenti isolati rispetto alla circolazione generale, dove le masse d'acqua sono costrette a muoversi in un moto circolare indotto dalla frizione tra i venti dominanti (con variazioni stagionali) e l'acqua stessa. La direzione della corrente d'acqua è ortogonale alla linea di costa e in allontanamento da essa, quindi la massa d'acqua allontanata può essere solo rimpiazzata dall'acqua proveniente dagli strati sottostanti (che risale, *upwelling*). In caso contrario, se il vento proviene da quadranti sud-orientali, lo strato d'acqua superficiale subisce una spinta verso la costa, dove viene fatto sprofondare (*downwelling*, Figura 4.30a).

Un altro importante fattore che gioca un ruolo chiave nei movimenti delle masse d'acqua è la densità. Le acque più dense e pesanti tendono a sprofondare scivolando sotto quelle meno dense. Le differenze di densità sono legate da due parametri: la temperatura e la salinità già analizzate nei paragrafi precedenti.

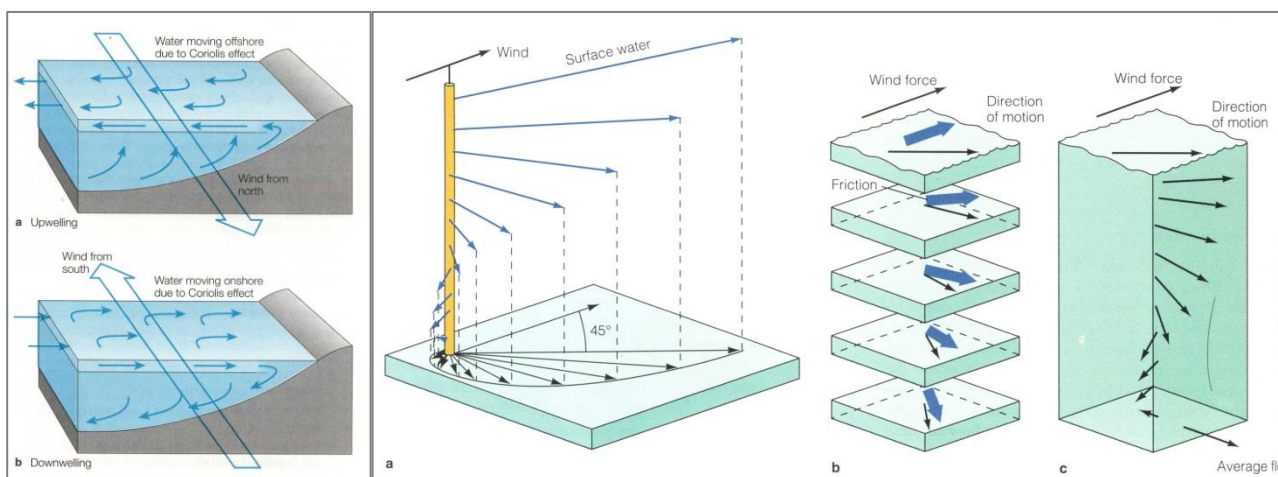


Figura 4.30 – A sinistra (a): fenomeni di *upwelling* e *downwelling* indotti dal vento. A destra (b): Lo strato di Ekman, ovvero la porzione d'acqua dove il flusso di corrente risulta dal bilanciamento tra il gradiente di pressione, la forza di Coriolis e il vento. Nell'esempio riportato in questa figura il vento che soffia verso nord crea una superficie di sforzo al di sotto della quale si manifesta la spirale di Ekman lungo la colonna d'acqua (fonte: www.eeb.ucla.edu)

In Figura 4.31, è rappresentata la direzione delle correnti nello Stretto di Sicilia a batimetrie di 5 metri e di 120 metri, registrata per l'anno 2010 dal Gruppo di Oceanografia Operativa di Oristano e scaricabile dal sito internet all'indirizzo www.seaforecast.cnr.it.

Nell'area oggetto di studio, situata a sud delle coste siciliane e ad est dell'isola di Pantelleria, la circolazione delle correnti avviene in prevalenza parallelamente alla costa, in direzione E-SE. Nei primi 5 metri la velocità delle correnti è variabile da un minimo di circa 8 metri al secondo in prossimità della costa a circa 28 metri al secondo procedendo verso il largo e verso sud. Più in profondità (120 metri) le correnti assumono velocità inferiori, attorno a 4-8 metri al secondo.

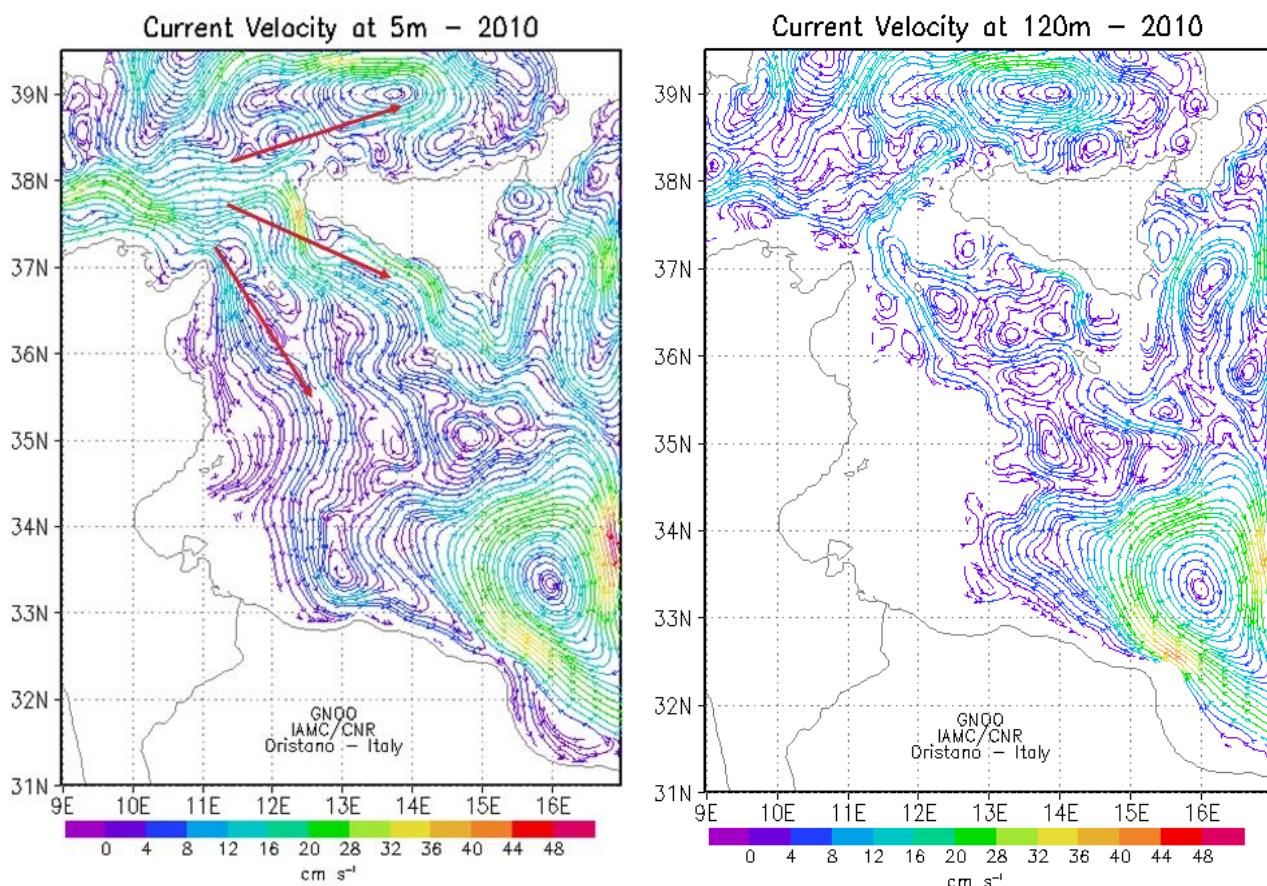


Figura 4.31 - Sistema di correnti locali nel Canale di Sicilia con velocità e direzioni variabili, registrate nel corso del 2010 a batimetrie di 5 metri (a sinistra) e di 120 metri (a destra). Notare anche la presenza di vortici isolati (a sud dell'isola di Malta e di fronte alle coste libiche) dovuti alla azione combinata del vento e della complessa batimetria della zona (fonte: www.seaforecast.cnr.it)

4.4 Flora e fauna

4.4.1 Plancton

In questa categoria si trovano una grande varietà di organismi appartenenti a diversi *taxa* ed a diversi livelli della rete trofica. Nel plancton sono compresi sia specie procariote, come i cianobatteri, sia specie eucariote come diatomee e cloroficee, ed anche metazoi come copepodi, eufasiacei, cnidari e molti altri.

Il plancton può essere suddiviso in fitoplancton, quando si considerano gli organismi autotrofi, e zooplancton per gli eterotrofi. 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 .

Nella *review* di Siokou-Frangou et al., (2010), viene mostrata la distribuzione del plancton, compreso tra 0-200 metri profondità, nell'intero bacino del Mediterraneo, tra cui la zona di interesse nello Stretto di Sicilia (Figura 4.32).

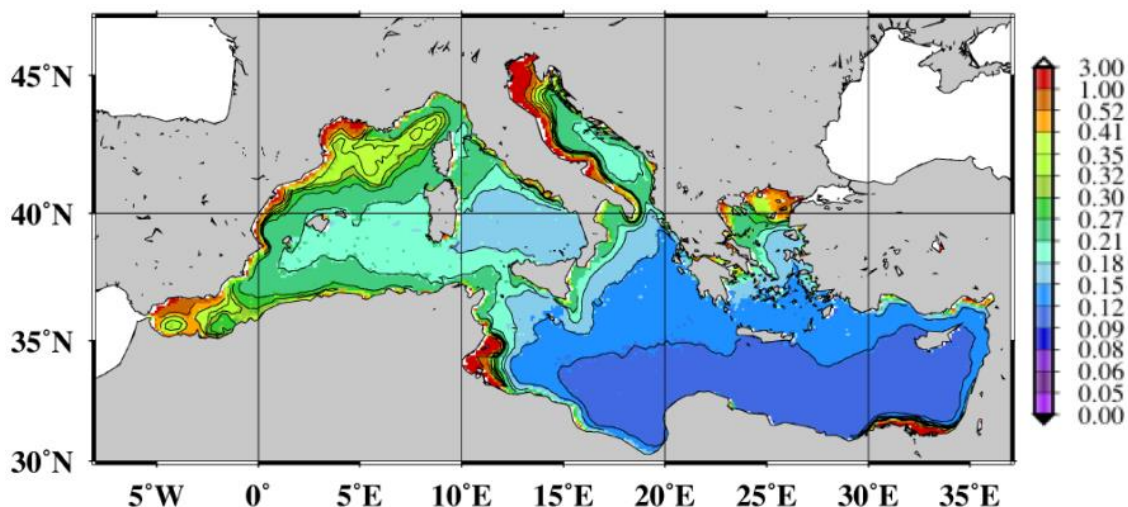


Figura 4.32 - Distribuzione spaziale della clorofilla a derivata da dati satellitari, come riportato da D'Ortenzio e Ribera d'Acalà, 2009 (fonte: Siokou-Frangou et al., 2010)

Attraverso l'analisi satellitare sulle concentrazioni di clorofilla a, viene valutata la concentrazione del fitoplancton. Essa mostra una diminuzione nella concentrazione di fitoplancton passando dalla parte ovest dello Stretto verso la porzione Est. Nella porzione più ad ovest si raggiungono valori di concentrazione di clorofilla di circa $0,30 \mu\text{g l}^{-1}$, mentre tale valore scende a circa $0,15 \mu\text{g l}^{-1}$ nella parte est. La parte centrale dello Stretto, dove è ubicata la zona oggetto d'interesse di questo studio, mostra valori intermedi, e bassi, tra i due estremi dello stretto con valori che variano tra lo $0,09$ e lo $0,12 \mu\text{g l}^{-1}$.

Gli 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 posso 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 microplankton, 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).

A riguardo dello zooplankton, uno studio condotto da Mazzocchi et al. (1997) mostra una elevata presenza del mesozooplankton nello Stretto di Sicilia con, in media, 200 individui per metro cubo. Inoltre la maggior parte di questi organismi era concentrata nello strato superficiale (0-50 metri), arrivando anche a valori di 752 individui per metro cubo nella porzione più ad est dello Stretto. L'abbondanza media ha poi mostrato un decremento con la profondità, raggiungendo i valori minimi nello strato più profondo che è stato campionato (200 – 300 metri).

A riguardo della composizione in specie, gli organismi ritrovati più abbondantemente sono stati i copepodi, i quali potevano raggiungere anche l'80% dello zooplankton totale. A seguire, in ordine di abbondanza, i taxa ritrovati sono stati: Ostracodi (6,4%), Chetognati (4,2%), Appendicularie (4%), Pterododi (1,7%), Policheti (0,7%), Sifonofori (0,5%), Eufasiacei (0,4%) ed infine cnidari (meduse) e cladoceri con il 3% per entrambi. I copepodi, per quanto riguarda l'abbondanza in specie, non diminuiscono con la profondità ed hanno rappresentato l'83% degli organismi zooplanktonici presenti tra i 200 ed i 300 metri di profondità. Gli Ostracodi, invece, hanno mostrato un lieve aumento con l'aumento di profondità (a riguardo dell'abbondanza specifica).

4.4.2 Ittiofauna

Scarsi sono i dati presenti in letteratura a riguardo dell'ittiofauna presente nell'area in oggetto d'esame.

Lo studio di Relini et al. (2010) mostra la distribuzione in specie dei condroitti nelle diverse GSA Italiane ed in riguardo anche alla loro distribuzione batimetrica. Questo studio si basa sui dati tratti dalle campagne MEDITS condotte negli anni 1994 – 2009. I dati indicano che nella GSA 16, lo Stretto di Sicilia, è stato trovato il numero maggiore di specie (31), di cui le due specie *Leucoraja melitenensis* e *Rostroraja alba* erano esclusive di questa GSA.

Nelle figure riportate di seguito, vengono mostrate le specie ritrovate nelle varie GSA italiane (Figura 4.33), inclusa la GSA 16 a cui afferisce lo Stretto di Sicilia, e la distribuzione batimetrica che tali specie hanno mostrato (Figura 4.34). E' possibile notare che ben sedici specie vengono ritrovate in tutti e cinque gli strati della colonna d'acqua indagati, mentre solo cinque sono specifiche per uno strato. Il numero maggiore di specie è stato ritrovato negli ultimi due strati (201 – 500 e 501 – 800 metri di profondità), mentre il numero minore è stato ritrovato nello strato da 51 a 100 metri di profondità. Inoltre, cinque specie sono state ritrovate solo nella scarpata (*Dipturus batis*, *Dalatias licha*, *Galeorhinus galeo*, *Gymnura altavelea* ed *Hexanchus griseus*), mentre sei specie solo nella piattaforma continentale (*Desyatis centroura*, *Myliobatis aquila*, *Mustelus arterias*, *Pteromylaeus bovinus* e *Pteroplatytrygon violacea*).

Gli autori riportano che per le specie commerciali *R. clavata* e *S. canicula* le catture maggiori tra tutte le GSA si hanno avute in Sicilia (GSA16) ed in Sardegna (GSA11) ed in entrambi i casi a livello della piattaforma continentale.

Species	GSAs						
	9	10	11	16	17	18	19
<i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758	*	*	*	*	*	*	*
<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*	*	*
<i>Scyliorhinus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*	*	*
<i>Galeorhinus galeus</i> (Linnaeus, 1758)		*					
<i>Mustelus asterias</i> Cloquet, 1821				*	*		
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*		*
<i>Mustelus punctulatus</i> Risso, 1826				*	*		
<i>Hepranchias perlo</i> (Bonnaterre, 1788)	*		*	*			*
<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterre, 1788)	*	*	*	*			
<i>Centrophorus granulosus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	*	*	*	*		*	
<i>Centrophorus uyato</i> (Rafinesque, 1810)		*		*			*
<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	*	*	*	*	*	*	*
<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*	*	*
<i>Oxyotus centrina</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*		*
<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758	*	*	*	*	*	*	
<i>Squalus blainvilliei</i> (Risso 1826)	*	*	*	*		*	*
<i>Dasyatis centroura</i> (Mitchill, 1815)							*
<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*		*
<i>Pteroplatytrygon violacea</i> (Bonaparte, 1832)		*					
<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus, 1758)							*
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*	*	
<i>Pteromylaeus bovinus</i> (Geoffroy St-Hilarie, 1817)					*		*
<i>Dipturus batis</i> (Linnaeus, 1758)	*						
<i>Dipturus oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*			*
<i>Leucoraja circularis</i> (Couch, 1838)	*		*	*	*	*	*
<i>Leucoraja fullonica</i> (Linnaeus, 1758)	*			*		*	*
<i>Leucoraja melitensis</i> (Clark, 1926)				*			
<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809	*	*	*	*	*	*	*
<i>Raja brachyura</i> Lafont, 1873			*	*			
<i>Raja clavata</i> Linnaeus, 1758	*	*	*	*	*	*	
<i>Raja miraletus</i> Linnaeus, 1758	*	*	*	*	*	*	*
<i>Raja montagui</i> Fowler, 1910	*	*		*	*	*	*
<i>Raja polystigma</i> Regan, 1923	*	*	*		*	*	
<i>Rostroraja alba</i> Lacépède, 1803				*			
<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	*	*	*	*	*	*	*
<i>Torpedo nobiliana</i> Bonaparte, 1835	*	*	*	*	*	*	*
<i>Torpedo torpedo</i> (Linnaeus, 1758)	*	*	*	*	*		*
Total species caught (38)	27	26	25	31	23	19	24

Figura 4.33 - Tabella riguardante le diverse specie ritrovate nelle GSA italiane, tra cui la GSA16 in cui si trova la zona oggetto d'interesse (fonte: Relini et al., 2010)

Species	0-50m	51-100m	101-200m	201-500m	501-800m	Literature depth range (m)
<i>Centrophorus granulosus</i>	*			*	*	150-1400
<i>Centrophorus uyato</i>		*			*	50-1400
<i>Chimaera monstrosa</i>			*	*	*	200-700 (1000)
<i>Dalatias licha</i>				*	*	90-1000
<i>Dasyatis centroura</i>	*					up to 200
<i>Dasyatis pastinaca</i>	*	*	*	*	*	up to 200
<i>Dipturus batis</i>					*	up to 600
<i>Dipturus oxyrinchus</i>	*	*	*	*	*	90-900
<i>Etmopterus spinax</i>	*		*	*	*	100-1000
<i>Galeorhinus galeus</i>				*	*	20-470
<i>Galeus melastomus</i>		*	*	*	*	200-1200
<i>Gymnura altavela</i>				*		up to 60
<i>Heptranchias perlo</i>			*	*	*	50-400 (1000)
<i>Hexanchus griseus</i>				*	*	100-1000
<i>Leucoraja circularis</i>			*	*	*	70-275
<i>Leucoraja fullonica</i>				*	*	30-550
<i>Leucoraja melitensis</i>	*	*	*	*	*	60-600
<i>Myliobatis aquila</i>	*	*	*			semipelagic up to 200
<i>Mustelus asterias</i>	*		*			up to 100
<i>Mustelus mustelus</i>	*	*	*	*	*	up to 450
<i>Mustelus punctulatus</i>	*		*			up to 200
<i>Oxynotus centrina</i>		*	*	*	*	60-660
<i>Pteromylaeus bovinus</i>	*					semipelagic 100
<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	*	*				pelagic 100 (240)
<i>Raja asterias</i>	*	*	*	*	*	up to 200
<i>Raja brachyura</i>	*	*	*	*		up to 100
<i>Raja clavata</i>	*	*	*	*	*	20-700
<i>Raja miraletus</i>	*	*	*	*	*	50-150
<i>Raja montagui</i>	*	*	*	*	*	up to 650
<i>Raja polystigma</i>	*	*	*	*	*	100-400
<i>Rostroraja alba</i>		*		*	*	40-500
<i>Squalus acanthias</i>	*	*	*	*	*	10-700
<i>Squalus blainvillei</i>	*	*	*	*	*	15-720
<i>Scyliorhinus canicula</i>	*	*	*	*	*	up to 550
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	*	*	*	*	*	20-100
<i>Torpedo marmorata</i>	*	*	*	*	*	10-100
<i>Torpedo nobiliana</i>	*	*	*	*	*	10-150
<i>Torpedo torpedo</i>	*	*	*	*	*	70 (+)
N° species per stratum	25	23	26	30	30	
Percentage of total species (38)	66	61	68	79	79	

Figura 4.34 - Distribuzione batimetrica delle diverse specie ritrovate nelle varie GSA. In grigio sono riportati i dati della distribuzione batimetrica dello studio di Relini et al. (2010) per il range batimetrico che differivano dalla letteratura la quale è riportata nell'ultima colonna a destra (fonte: Relini et al., 2010)

4.4.3 Mammiferi marini

Nel Mar Mediterraneo e nei mari italiani sono presenti più specie di mammiferi marini, rappresentati numerose specie appartenenti all'ordine dei cetacei ed 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 nel Principato di Monaco, le Parti hanno negoziato un progetto di accordo sulla conservazione dei cetacei nel Mediterraneo e nel 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 Sciara e Demma, 1997). Esso 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, ossia:

- *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 (MiATTM), 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 4.35).

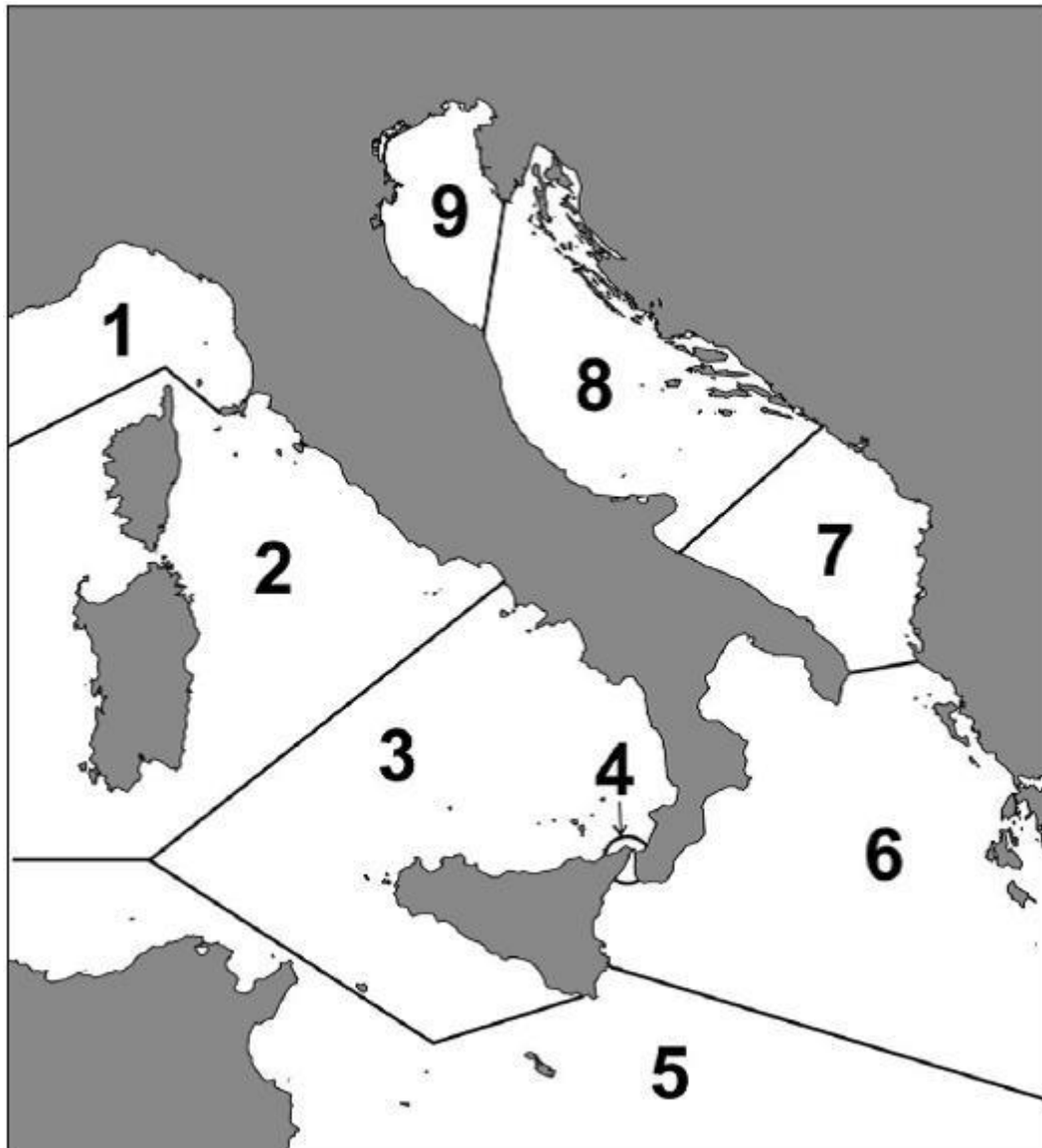


Figura 4.35 - I nove settori biogeografici dei mari Italiani (fonte: S.I.B.M. - [www.sibm.it/CHECKLIST/BMM%2017\(s1\)%202010%20Checklist%20II/02%20Introduzione%20Check.pdf](http://www.sibm.it/CHECKLIST/BMM%2017(s1)%202010%20Checklist%20II/02%20Introduzione%20Check.pdf))

La lista dei mammiferi marini presenti nella parte sud dello Stretto di Sicilia fa capo a due settori: al settore 3 appartiene tutto il tratto di mare della costa siciliana tirrenica, ovest e sud-ovest fino quasi a Capo Passero (escluso); al settore 5 appartiene la parte sud e sud – est, dall’area marina protetta del Plemmirio in giù, comprendente l’isola di Creta e tutta la Tunisia. La zona oggetto di interesse in questo studio è compresa nel settore 5.

Nella Tabella 4.1 viene indicata la presenza delle specie di mammiferi marini che è possibile trovare nei diversi mari italiani. Nella dodicesima colonna (CAR), vengono 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, ecc.

		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				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	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	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				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	M		A10, A17
<i>Globicephala</i>	15687	Lesson, 1828											
<i>Globicephala melas</i>	15688	(Traill, 1809)	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			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				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			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° 5 fa riferimento alla fauna presente nella regione biogeografica 5 (fonte: Mo G., 2010)

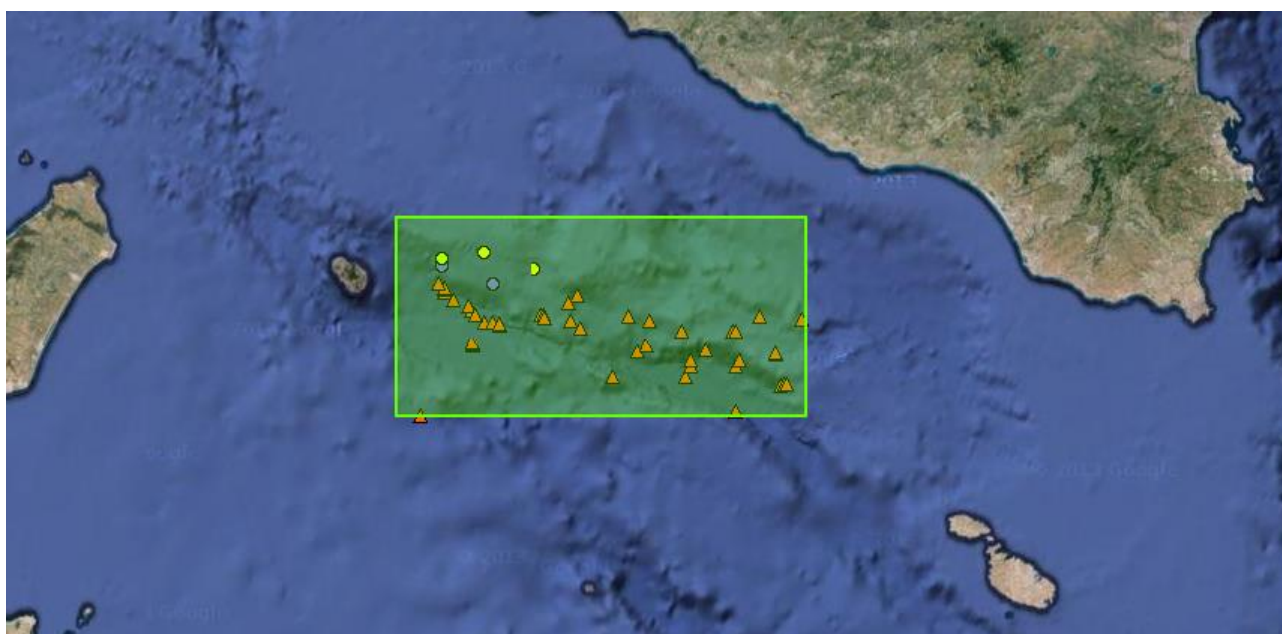
Nella Tabella 4.1, per il settore 5 sono segnalate: *Balaenoptera acutorostrata* e *Balaenoptera physalus* per la famiglia dei Balaenopteridae; *Physeter catodon* (attualmente nominato *Physeter macrocephalus* secondo la *Red List* dello IUCN; www.iucnredlist.org/details/41755/0) per la famiglia dei Pyseteridae; *Ziphius cavirostris* per la famiglia degli Ziphiidae; *Delphinus delphis*, *Globicephala melas*, *Grampus griseus*, *Orcinus orca*, *Stenella coeruleoalba*, *Steno bradanensis* e *Tursiops truncatus* per la famiglia dei Delphinidae. Inoltre è anche segnalata la presenza di *Monachus monachus* (famiglia Phocidae).

In base alle loro preferenze di habitat si riconoscono mammiferi marini che prediligono aree costiere, come il tursiope e il delfino comune, con profondità che non superano i 500 metri, ed aree 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.

La foca monaca del Mediterraneo, *Monachus monachus*, specie in rarefazione in tutto il suo areale di ripartizione, è osservata occasionalmente lungo le coste della Sardegna, delle isole minori della Sicilia sudoccidentale e del Salento. Considerando le osservazioni registrate in Italia in questi ultimi anni, non è da escludere che tali esemplari possano trattenersi lungo le coste italiane per periodi superiori a qualche settimana (Mo et al., 2007).

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 intorno dell'area oggetto d'interesse nello Stretto di Sicilia (Figura 4.36).



Species on Map			
<input type="checkbox"/>	Species name	Common name	Rank
<input type="checkbox"/> Marine mammals (3)			
<input type="checkbox"/>	Delphinidae	dolphins	Family
<input type="checkbox"/>	<i>Delphinus delphis</i>	Short-beaked Commo...	Species
<input type="checkbox"/>	<i>Tursiops truncatus</i>	Bottlenose Dolphin	Species
<input type="checkbox"/> Sea turtles (1)			
<input type="checkbox"/>	<i>Caretta caretta</i>	Loggerhead	Species

Figura 4.36 - 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/)

Nella Tabella 4.2 vengono riportati il numero di osservazioni ottenute dal sito OBIS-SEAMAP, per le specie di mammiferi e rettili marini presenti nell' area circoscritta. 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>Tursiops truncatus</i>	1986	1	1
<i>Delphinus delphis</i>	2001	2	5
<i>Delfino (specie non determinata)</i>	2003 – 2013	2	7
<i>Caretta caretta</i>	2007	52	52

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

Dai dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP sembrerebbe che la zona oggetto d'indagine sia scarsamente frequentata dai mammiferi marini. Il delfino comune è quello più presente anche se con soli 5 individui; inoltre è segnalata la presenza di altri 7 delfini di cui non è stata determinata la specie.

Al contrario, la tartaruga marina *Caretta caretta* sembra sia frequente in queste acque con ben 52 individui osservati. Da notare che queste osservazioni sono riferite tutte al medesimo anno (2007).

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

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 4.37), 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 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.

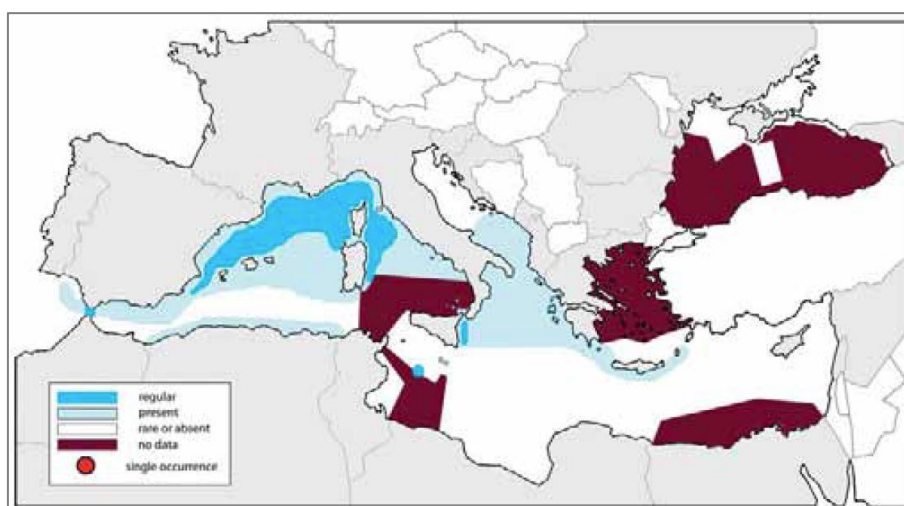


Figura 4.37 - Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Per quanto riguarda la zona oggetto d'indagine, la Balenottera comune è considerata rara o assente. Tale dato sembrerebbe confermato anche dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP nel cui database non è stata ritrovata alcuna osservazione. Ciononostante, altre fonti riportano che il passaggio delle Balenottere comuni nell'area delle Pelagie sia un evento stagionale, che si ripete annualmente (www.isole-pelagie.it).

4.4.3.2 Balenottera minore (*Balaenoptera 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 4.38). 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.

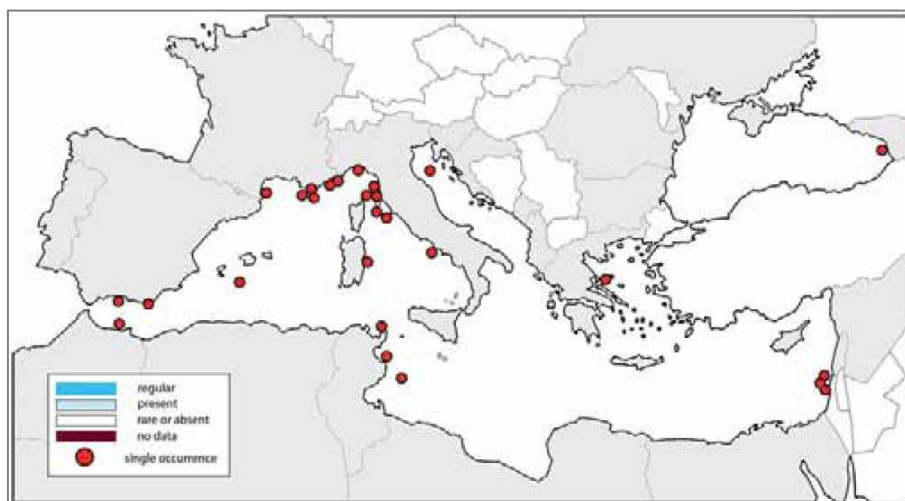


Figura 4.38 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nella zona interessata da questo studio la balenottera minore risulta essere rara o assente. Non è presente tra i dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

4.4.3.3 Capodoglio (*Physeter macrocephalus*)

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 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 odontocete 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 4.39).

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.

In passato il Capodoglio è stato 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.

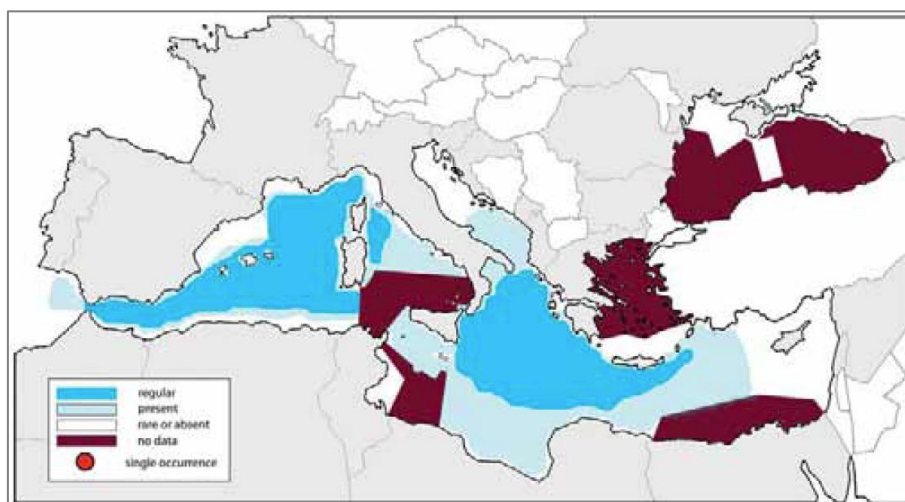


Figura 4.39 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

il Capodoglio è prevalentemente considerato presente nell'area interessata da questo studio, ma non regolare. Esso non era presente nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

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 e 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, nel Tirreno centrale e nell'Adriatico meridionale, da come si può vedere in Figura 4.40 (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it). Inoltre, i risultati della campagna di indagine svolta nel 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 nell'area di indagine, in particolare in prossimità del Cialdi *Seamount* e del Caprera *Canyons*. 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 per lo zifio 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.

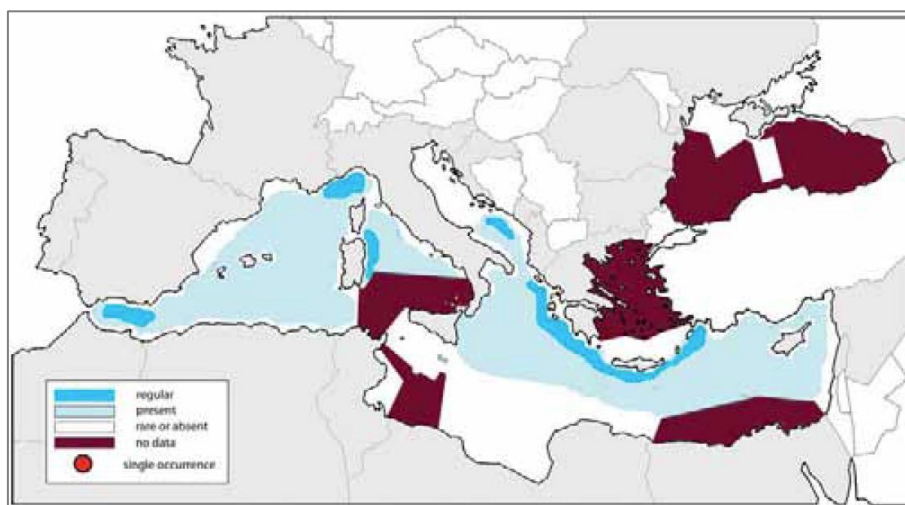


Figura 4.40 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nella zona oggetto di questo studio lo Zifio è considerato essere raro o assente. Anche dai dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP questo mammifero risulta assente.

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 e 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 4.41). 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 Sciara, 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.

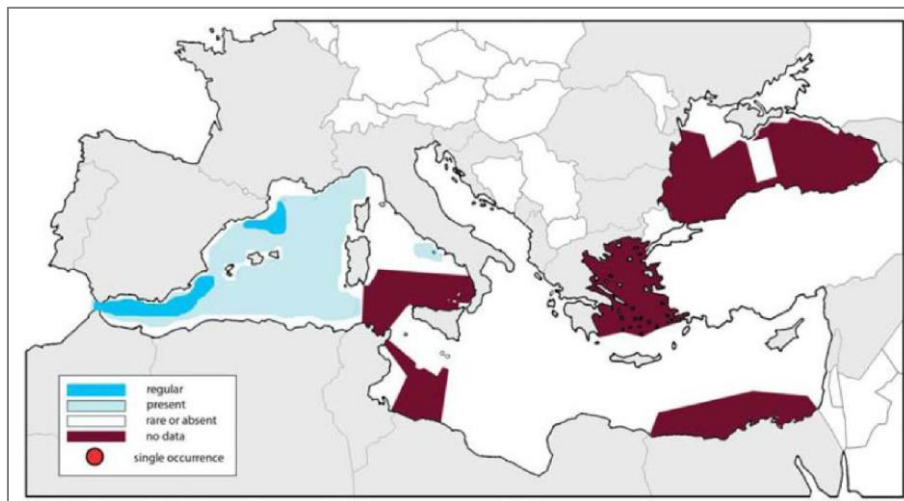


Figura 4.41 - Distribuzione del Globicefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Per l'area interessata il Globicefalo risulta essere raro o 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 e inclusa in numerose aree protette (Reeves e Notarbartolo di Sciara, 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 4.42). 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.

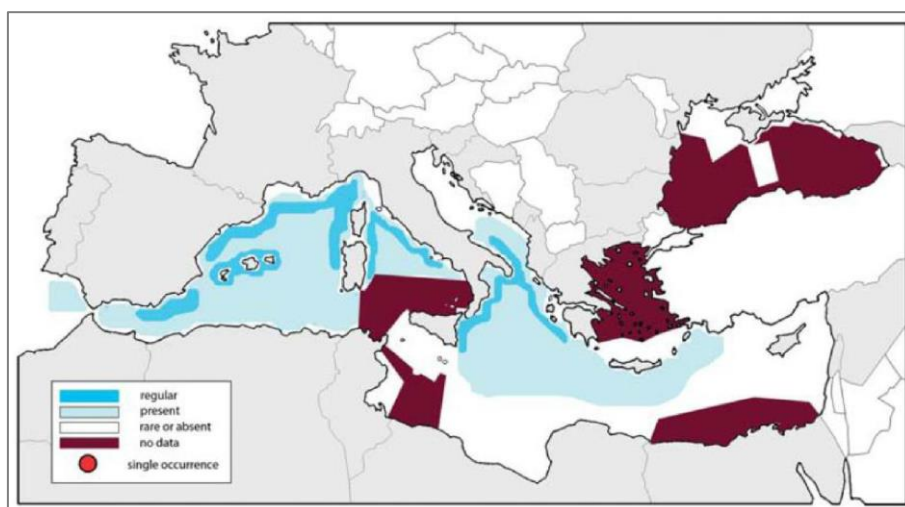


Figura 4.42 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)

Nell'area oggetto d'interesse il Grampo è segnalato come raro o assente.

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 e 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 per lo più costiera, la si può trovare anche in altri habitat, dalle acque della piattaforma continentale, lagune e mari chiusi, ad 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 4.43). 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 tursiope. 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 tursiopei (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 ed il sovrasfruttamento delle risorse ittiche costiere (Bearzi et al., 2009).

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 4 kHz a 130 kHz.

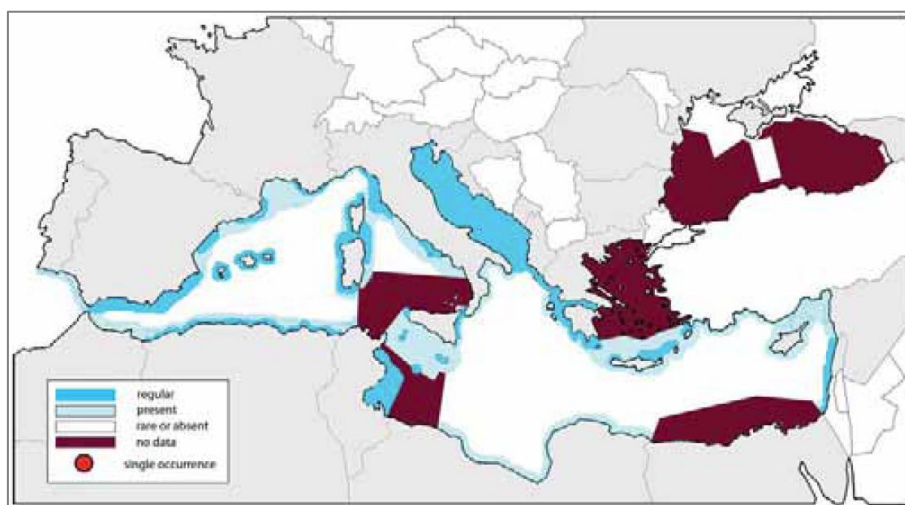


Figura 4.43 - Distribuzione del Tursiope nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra e Birkun, 2010)

Il Tursiope risulta presente in tutto lo Stretto di Sicilia (tra cui l'area oggetto di questo studio) e regolare nelle acque antistanti le isole a Sud della costa siciliana, le quali però non rientrano nell'area indagata.

Dal sito OBIS – SEAMAP si evince che la presenza di tursiope non sia altissima, in quanto era segnalata la presenza di un solo esemplare nel 1986. Al contrario, nella scheda del SIC "Fondali delle Isole Pelagie" (ITA0400014), viene riportata la presenza di almeno 100 individui di tursiope considerati con un "alto grado di fedeltà al sito".

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 e 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, e 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 spadare 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 nel Mediterraneo (Figura 4.44), 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.

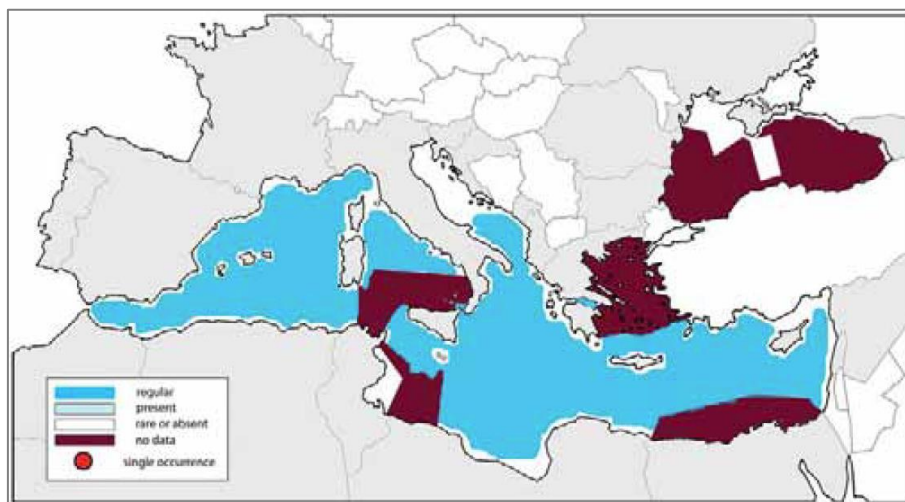


Figura 4.44 - Distribuzione della *Stenella striata* nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

A riguardo dell'area oggetto d'indagine, la stenella è considerata regolare. Inoltre nella scheda del SIC "Fondali delle Isole Pelagie" (ITA040014) essa viene riportata come stagionalmente legata al sito.

Ciononostante, la stenella non risulta nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

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 della diminuzione continua del numero di individui maturi e per l'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, i branchi sono formati da 10-20 individui; 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 4.45). Al contrario, in 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 sovrasfruttamento 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.

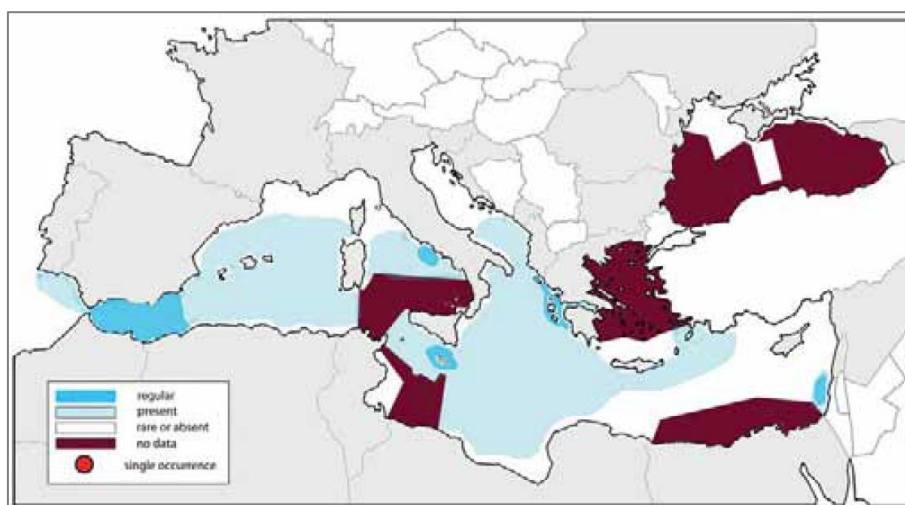


Figura 4.45 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nella zona oggetto di studio il delfino comune è mostrato come regolare, inoltre esso è riportato come stagionalmente presente nel SIC "Fondali delle Isole Pelagie" (ITA040014). Al contrario, nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP esso sembra poco rappresentato in quest'area (solo 5 individui registrati nel 2001).

4.4.3.10 Steno (*Steno bradanensis*)

Specie occasionale nel Mediterraneo (Figura 4.46), come viene nominata nelle liste rosse della IUCN (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it), è una delle specie meno conosciute in quanto vive soprattutto in mare aperto e in acque profonde. Si presenta in branchi, a volte in associazione con altre specie. Gli aspetti caratteristici di questo delfino sono la forma conica della testa e il naso snello. Le pinne pettorali sono situate più indietro sul corpo che in altre specie simili ed è caratterizzato da una pinna dorsale pronunciata.

Le labbra, la gola e il ventre sono bianco-rosato. I fianchi sono grigio chiaro e il dorso e la pinna dorsale di un grigio un po' più scuro. Le dimensioni raggiungono circa 2,5 metri di lunghezza e circa 150 chilogrammi di peso. La specie è socievole. I gruppi comprendono normalmente una cinquantina di esemplari. In Figura 4.46 ne viene raffigurata la distribuzione in tutto il Mediterraneo.

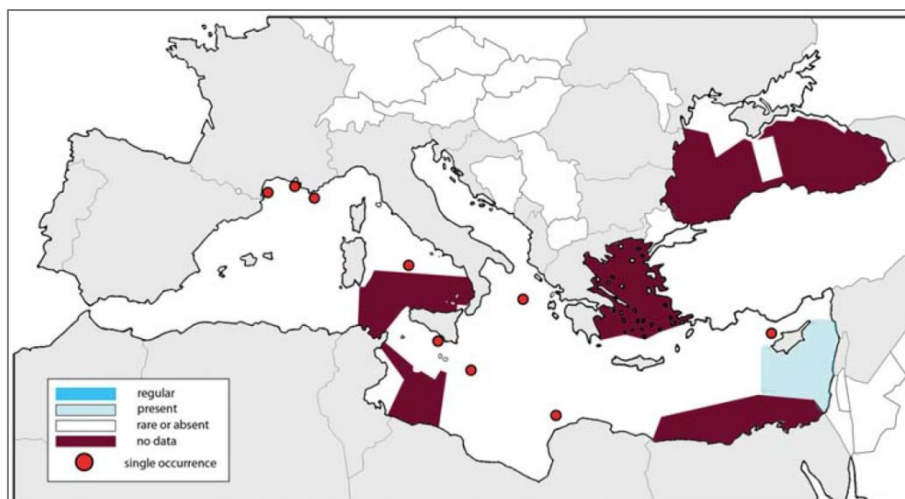


Figura 4.46 – Distribuzione dello Steno nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nelle acque dello Stretto di Sicilia è considerato raro o assente e ne è stata segnalata la presenza solo in due punti come “singola occorrenza”.

4.4.3.11 Orca (*Orcinus orca*)

L'orca è il mammifero marino più veloce a nuotare, 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, 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 pensa 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 4.47).

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. 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. Si ipotizza che sporadicamente alcuni esemplari entrino nel Mar Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 150 Hz a 160 kHz.

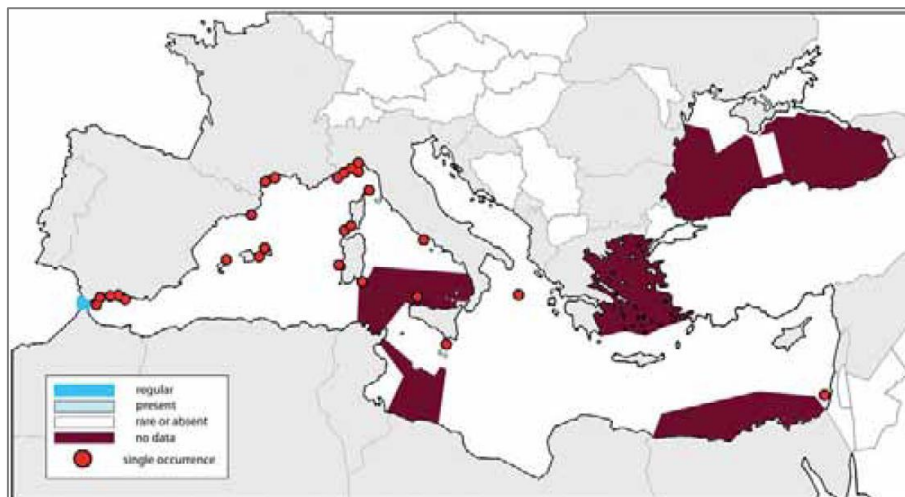


Figura 4.47 - Avvistamenti di Orche nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

Nello Stretto di Sicilia l'orca è considerata rara o assente, ad eccezione di una singola occorrenza, avvenuta distante dall'area oggetto d'esame.

4.4.3.12 *Pseudorca (Pseudorca crassidens)*

Si presenta nelle acque meridionali del bacino Mediterraneo e si ipotizza che gli esemplari si introducano in queste acque attraverso lo Stretto di Gibilterra e/o dal Mar Rosso (Figura 4.48). Nelle liste rosse della IUCN viene definita una specie occasionale in Mediterraneo (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

È un cetaceo socievole, vive in branchi di 10-20 individui, ma a volte si raduna anche in gruppi di oltre 300 esemplari. La pseudorca è la terza specie più grande della famiglia dei Delphinidae dopo l'orca e il globicefalo, lunga fino a 6 metri e pesante 1,4 tonnellate. Il corpo è allungato e snello, con una testa grossa che ospita l'encefalo. Possiede 22 paia di denti robusti. Le pinne sono lunghe e appuntite. La colorazione è grigio-nera, più chiara sui fianchi. La pseudorca vive in acque temperate e tropicali di tutto il mondo, principalmente in acque profonde. A volte si spinge in acque costiere, arrivando anche a spiaggiare.

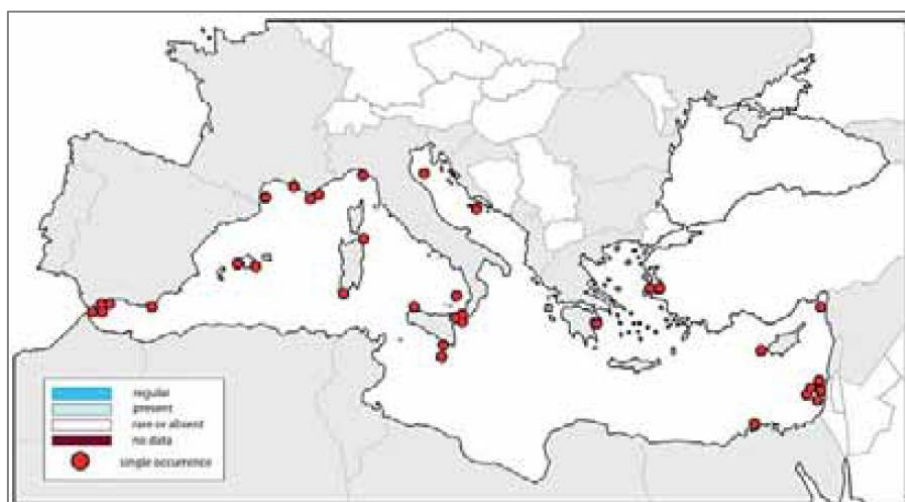


Figura 4.48 - Distribuzione della Pseudorca nel Mar Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara e Birkun, 2010)

La Pseudorca risulta prevalentemente rara o assente in tutto il Mediterraneo, con due singole occorrenze distanti dall'area considerata. Non era presente nei dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP.

4.4.3.13 *Cogia di Owen (Kogia sima)*

Specie estremamente rara e non regolare nel Mediterraneo (Figura 4.49). Spiaggiato in Toscana negli anni 80, più recentemente in Sicilia. Nella lista rossa dello IUCN, per la specie la valutazione è considerata Non Applicabile (NA) perché è conosciuta nel Mediterraneo solo per due spiaggiamenti (dati tratti dalla *red list* del sito IUCN, www.iucn.it).

Il Cogia di Owen raggiunge i 2,7 metri di lunghezza e i 250 chilogrammi di peso. Rappresenta la specie più piccola tra gli odontoceti. Il corpo è solitamente grigio bluastro con le regioni inferiori più chiare, su cui possono essere visibili striature leggermente gialle simili a venature. Dietro ad ogni occhio è presente una falsa branchia bianca. Le natatoie sono molto brevi e larghe. La punta del naso si proietta sulla mascella inferiore, che è piccola. Hanno lunghi denti ricurvi e acuminati (0-6 nella mascella superiore, tra 14 e 26 in quella inferiore). I Cogia di Owen sono creature solitamente solitarie ma in qualche occasione sono state viste in piccoli gruppi. Si nutrono principalmente di calamari e granchi.

Questa specie preferisce le acque profonde, ed il suo habitat preferito sembra essere quello delle acque subito oltre la piattaforma continentale. È diffusa nelle acque atlantiche, pacifiche e dell'Oceano Indiano.

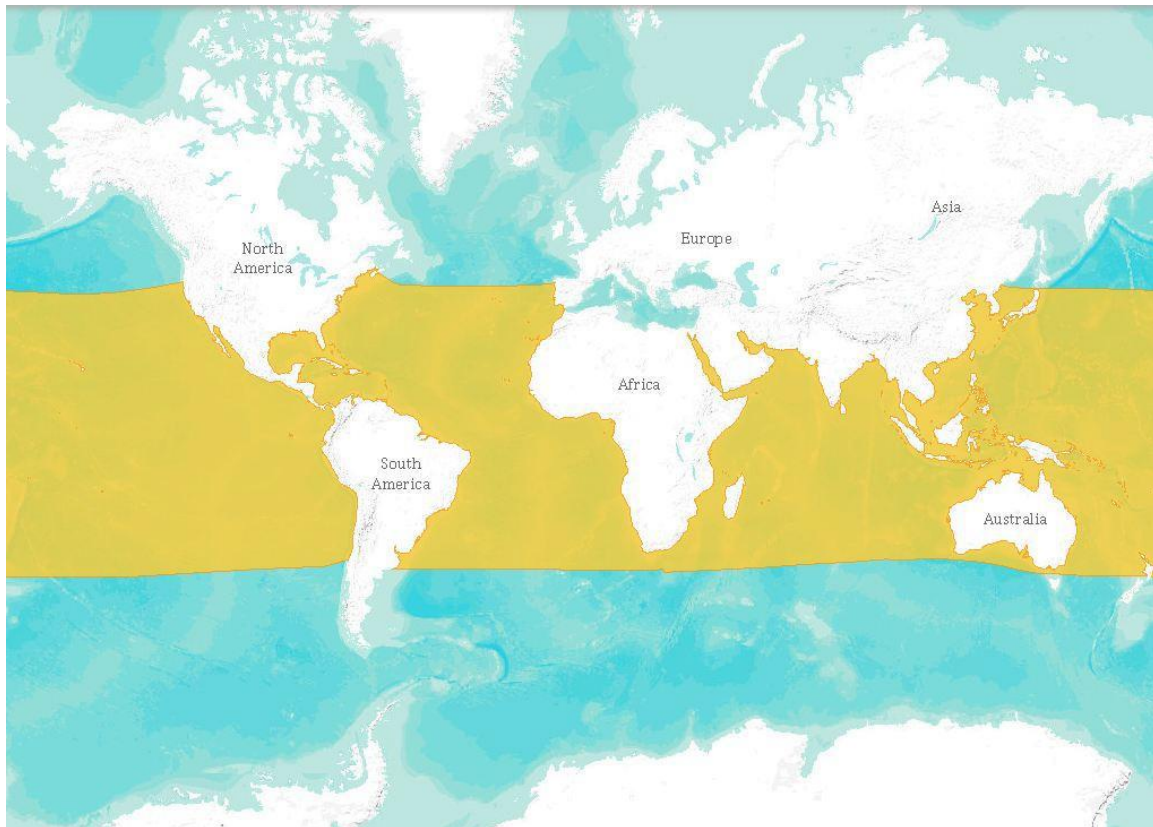


Figura 4.49 - Distribuzione di *Cogia di Owen* (fonte: www.iucnredlist.org)

Questa specie estremamente rara nel Mediterraneo, non è stata trovata nei dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP.

4.4.3.14 *Foca monaca (Monachus monachus)*

La foca monaca mediterranea è un mammifero pinnipede della famiglia delle foche. Ha un corpo allungato e robusto, provvisto di un mantello di colore variabile dal marrone al grigio più o meno scuro e con i fianchi e la parte ventrale più chiara. Spesso il corpo è macchiato e ricoperto da numerose cicatrici, dorsalmente più frequenti nelle femmine. Raggiunge una lunghezza di circa 2,5 metri con un peso di circa 300-315 chili.

La vita della foca monaca si svolge soprattutto in mare: dorme in superficie in mare aperto o utilizzando piccoli anfratti sul fondale per poi risalire periodicamente a respirare. Si nutre di pesci, crostacei e molluschi. Si sposta anche di alcune decine di chilometri al giorno alla ricerca del cibo, con immersioni continue. Sono state registrate immersioni a 90 metri di profondità, ma è probabile che possa superare facilmente alcune centinaia di metri di profondità durante immersioni effettuate per la ricerca di prede.

La fortissima diminuzione delle popolazioni, dovuta prevalentemente all'intervento umano, ha ridotto questi pinnipedi a piccoli gruppi familiari e individui isolati. Secondo una stima della *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), della foca monaca sopravvive una popolazione di appena 300-400 esemplari: circa 200 concentrati nell'Egeo e nel Mediterraneo sudorientale, 20-30 nel Mar Ionio, 10-20 nel Mar Adriatico, una decina nel Mediterraneo centrale, dai 10 ai 20 nel Mediterraneo occidentale, una decina nel Mar Nero e 130 in Atlantico. La specie è pertanto da considerarsi in pericolo critico di estinzione.

Durante il periodo riproduttivo predilige i tratti di mare vicini alle coste, dove cerca spiagge isolate prevalentemente in grotte o piccoli anfratti accessibili solo dal mare, perché il parto e l'allattamento si svolgono esclusivamente sulla terraferma. I maschi adulti sono fortemente territoriali e, nel periodo riproduttivo, che coincide generalmente con i mesi autunnali, si scontrano frequentemente con altri maschi. Le femmine raggiungono la maturità sessuale a 5/6 anni, hanno un ciclo di riproduzione di circa 12 mesi e partoriscono, di solito tra settembre e ottobre; allattano, in grotte vicinissime al mare o in spiagge riparate, un cucciolo all'anno.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 75 Hz a 75 kHz.

La *Zoological Society of London*, in base a criteri di unicità evolutiva e di esiguità della popolazione, considera *Monachus monachus* una delle 100 specie di mammiferi a maggiore rischio di estinzione.

La Figura 4.50 riporta graficamente la distribuzione a cadenza temporale degli avvistamenti di foca validati dal 1998 al 2010, lungo le coste italiane.

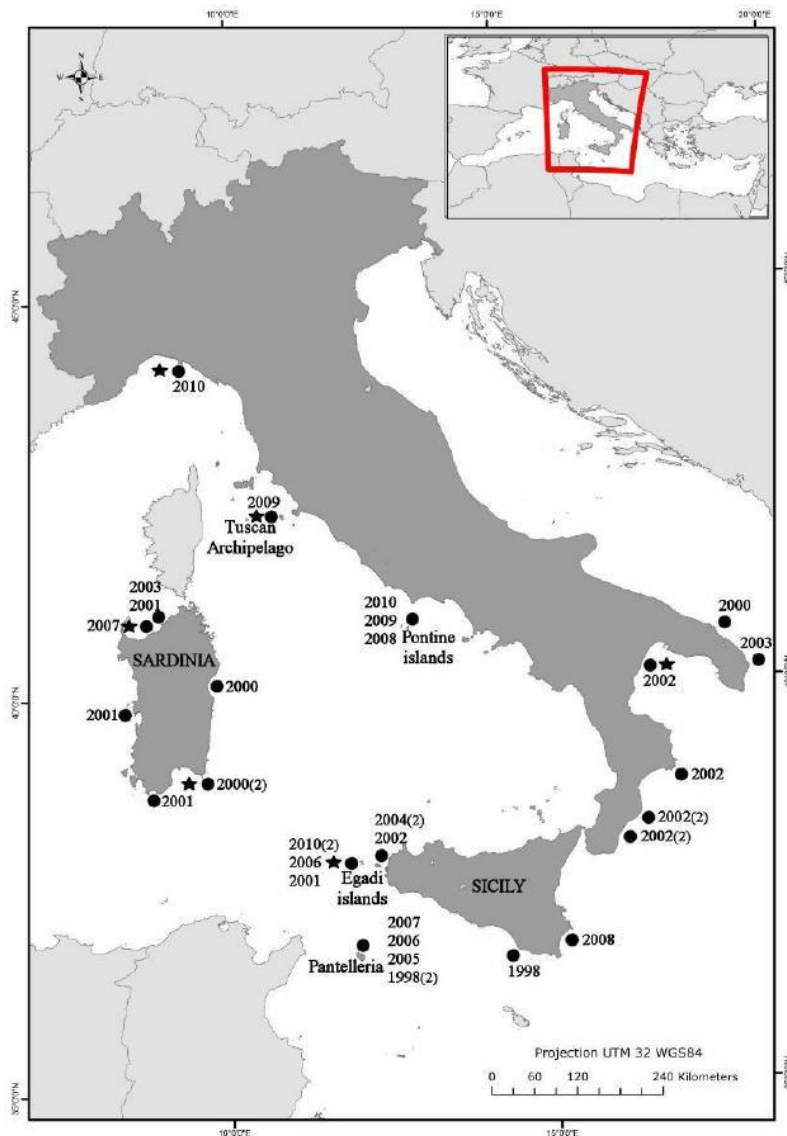


Figura 4.50 - Distribuzione a cadenza temporale degli avvistamenti di foca validati dal 1998 al 2010. I cerchi neri indicano le località, le stelle la presenza di documentazione fotografica, i numeri tra parentesi indicano il numero di avvistamenti riferiti all'anno (fonte: Mo et al., 2011)

Nell'area oggetto d'interesse non rientrano avvistamenti di questo mammifero; si pone l'attenzione comunque sulla presenza di diversi avvistamenti di questa specie nelle acque dell'isola di Pantelleria tra il 1998 ed il 2007.

4.4.3.15 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 Stretto di Sicilia (CSi), come si vede in Figura 4.51.

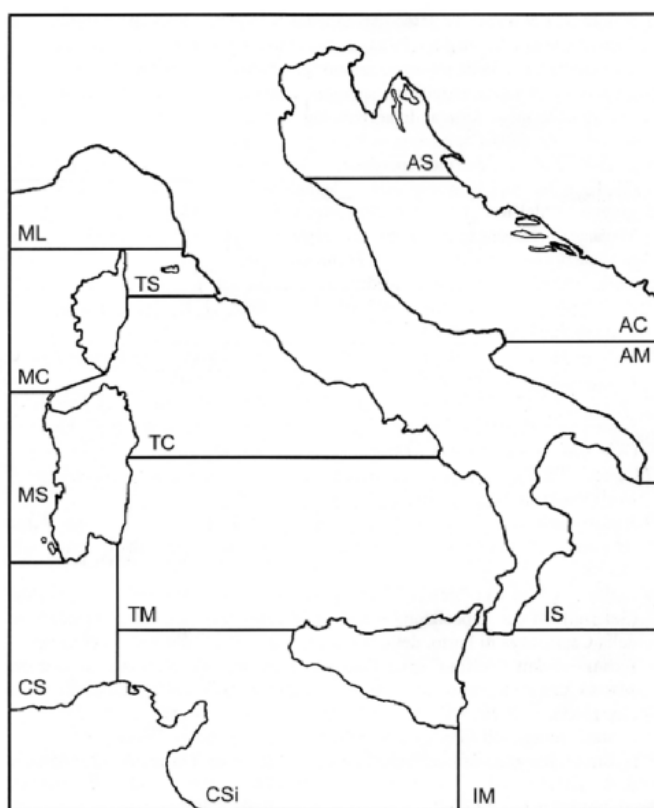


Figura 4.51 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)

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 Tabella 4.3 sono riportati i dati relativi agli spiaggiamenti di mammiferi marini lungo le coste meridionali della Regione Sicilia in un periodo di tempo che va dall'anno 1986 al 2014.

Specie	Arco temporale considerato	Numero totale di individui spiaggiati	%
<i>Tursiops truncatus</i>	1987 – 2014	54	27,9
<i>Physeter macrocephalus</i>	1892; 1987 – 2007	15	7,8
<i>Stenella coeruleoalba</i>	1986 – 2014	60	31,1
<i>Globicephala melas</i>	1991 – 2006	4	2,1
<i>Balaenoptera physalus</i>	1993; 2002	2	1
<i>Delphinus delphis</i>	1995 – 2004	7	3,6
<i>Ziphius cavirostris</i>	1997 – 2011	7	3,6
<i>Steno bradanensis</i>	2002	6	3,1
<i>Kogia di Owen</i>	2002	1	0,5
<i>Pseudorca crassidens</i>	1988	1	0,5
Non determinato	1986 – 2013	36	18,6

Tabella 4.3 - Tabella riassuntiva degli spiaggiamenti di mammiferi marini lungo la costa Siciliana nel periodo 1986 – 2014 (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)

I dati sopra riportati sembrano concordare con i dati delle presenze di mammiferi marini tratti dal sito OBIS – SEAMAP. Infatti, la stenella è la specie maggiormente rappresentata, essendo il 31% degli individui spiaggiati. Secondo è il tursiope rappresentando circa il 28% degli spiaggiamenti, seguito in modo molto ridotto da capodoglio, delfino comune, zifio e steno rispettivamente con il 7,8%, 3,6%, 3,6% e 3,1%. Sporadico è lo spiaggiamento degli altri mammiferi riportati, come sporadica sembra essere la loro presenza nell'area considerata.

4.4.4 Rettili marini

In Mo (2010) sono riassunte le specie di tartarughe marine presenti nel mar Mediterraneo (Tabella 4.4). 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 nel 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).

		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	M		A1, A6
<i>Chelonia</i>	15664	Brongniart, 1800											
<i>Chelonia mydas</i>	15665	(Linnaeus, 1758)	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	M		A3, A6

Tabella 4.4 - Lista dei rettili marini dei mari italiani. La colonna 5 fa riferimento alla fauna presente nello Stretto di Sicilia (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 gli 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, mentre 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 4.52 viene mostrato uno studio effettuato dall'ISPRA "Strategia per l'Ambiente Marino, Bozza – Maggio 2012". Questo studio è stato incentrato su *Caretta caretta* ed è atto a valutarne la frequentazione dei nostri mari in maniera quantitativa.

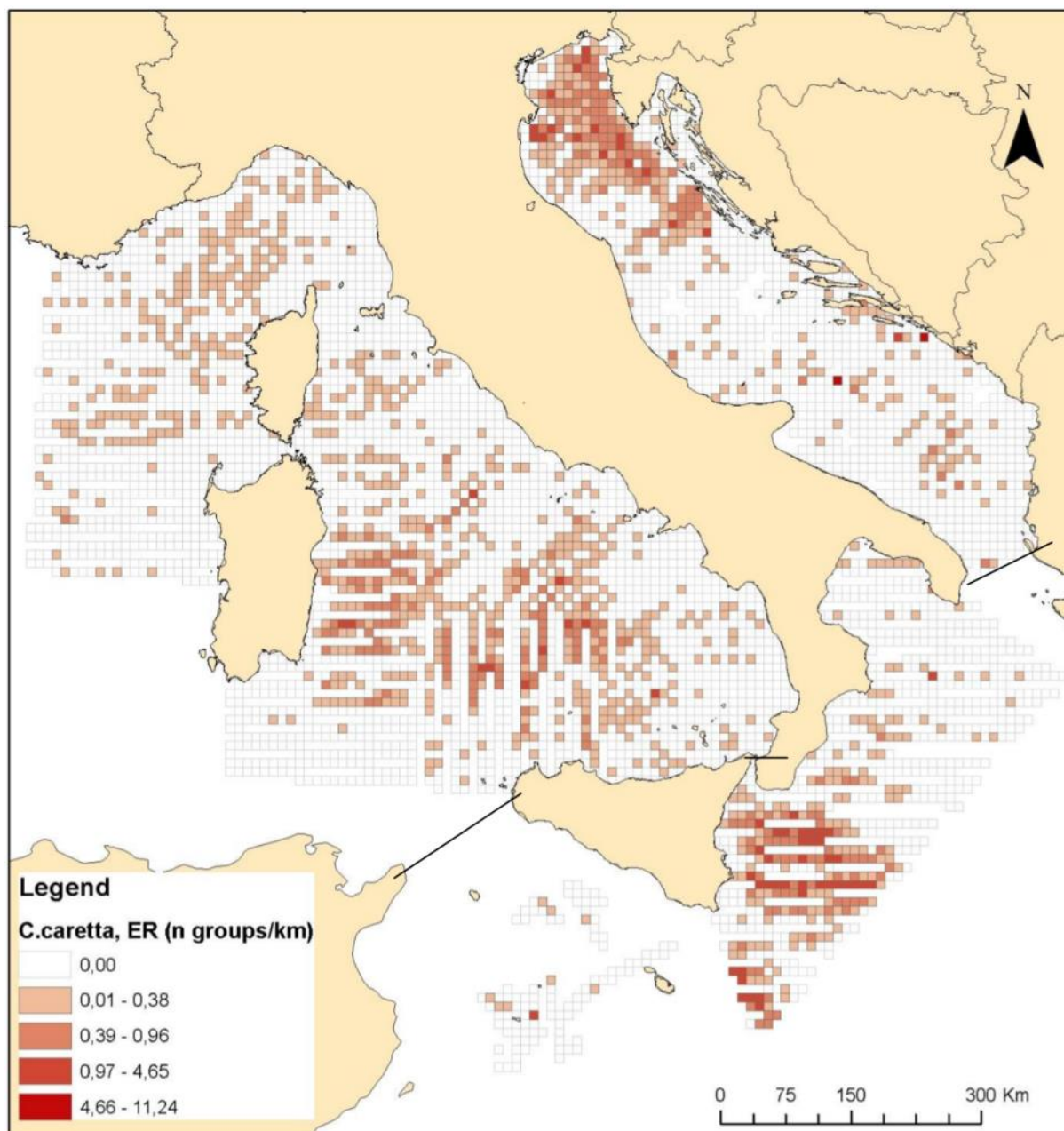


Figura 4.52 - Presenza di *Caretta caretta* nei mari Italiani, indicata come numero di gruppi per chilometro (fonte: Strategia per l'Ambiente Marino- Ispra 2012)

Dallo studio sopra riportato, si nota come questa specie di tartaruga marina frequenti abitualmente la porzione di mare tra Sicilia e Calabria, ma che risulta molto scarsa nello Stretto di Sicilia con un numero di gruppi che varia tra lo 0,01 e lo 0,30 nella porzione centrale dello Stretto, in cui ricade la zona oggetto di questo studio. Si ricorda, però che questo rettile era la specie più rappresentata dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP, con ben 60 individui segnalati. Inoltre nella scheda del SIC "Fondali delle Isole Pelagie" (ITA0400014) si riporta la presenza di due siti di deposizione delle uova per questa specie, uno nell'isola di Lampedusa ed uno nell'isola di Pozzolana. Sebbene entrambe i siti non rientrano nella zona d'interesse di questo studio, ciò sta ad indicare una sicura frequentazione da parte di *Caretta caretta* della porzione centrale dello Stretto di Sicilia.

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 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) ed 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, 1973; Di Geronimo, 1974).

Il bacino del Mediterraneo comparato con altre zone del mondo, è considerato una delle aree più oligotrofiche al mondo (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 fondali molto irregolari, con batimetrie che variano dai 300 a i 1600 metri di profondità.

Non sono stati trovati studi generali sul benthos specifici per quest'area e le relative profondità, è però stato trovato un lavoro riguardante il meiobenthos in cui vengono riportati i *taxa* della meiofauna bentonica che si ritrovano a livello del bacino de Mediterraneo e con riferimenti allo Stretto di Sicilia. In questo studio (Donovaro et al., 2008) per lo Stretto di Sicilia i dati provengono da oltre i 1200 metri di profondità e rilevano la presenza di 8 *taxa*, comprendenti: nematodi, copepodi, policheti, bivalvi, ostracodi, chinorinchi, tardigradi e tanaidacei. Gli autori riportano che le comunità del meiobenthos, in generale a livello di bacino, erano dominate da nematodi i quali potevano rappresentare dal 47% al 87% della biomassa. Seguivano i copepodi (6-36%) ed i policheti (2 – 26%).

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 molto superiori al limite inferiore di sopravvivenza di questa fanerogama marina che è circa 40 metri.

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 nello Stretto di Sicilia 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.

Come riportato in "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani", le correnti stabili ed intense presenti nello Stretto influenzano la biologia riproduttiva delle varie specie presenti nella GSA 16. Nella Figura 4.53 si riportano le aree di *nursery* presenti nello Stretto riguardanti le principali specie oggetto di pesca in questa zona.

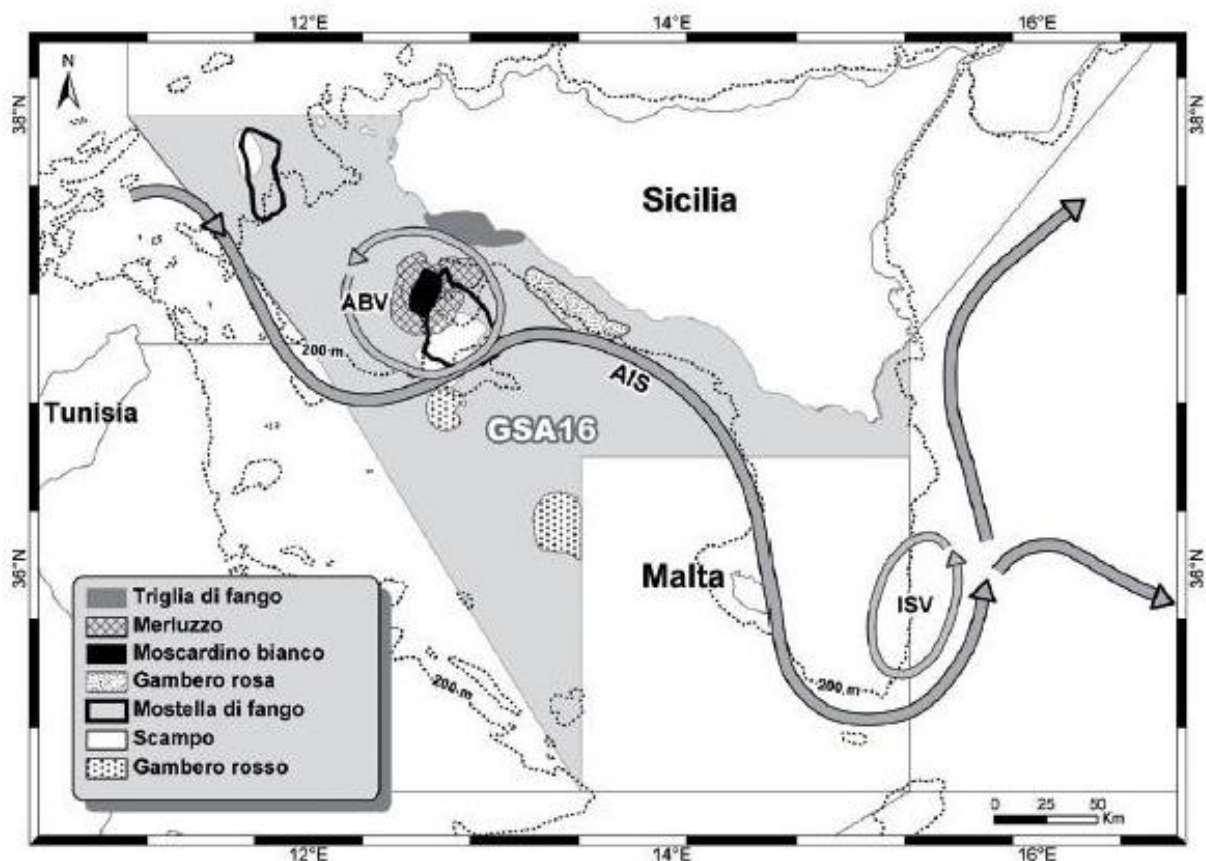


Figura 4.53 - Aree di Nursery delle maggiori specie d'interesse commerciali presenti nella GSA16 (fonte: Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani", capitolo 2)

Dall'immagine si evince che tutte le specie commerciali prese in considerazione presentano aree di *nursery* nella zona Nord – Ovest della GSA 16 e al di fuori dell'area oggetto d'interesse di questo studio. Sia la Triglia di fango, che il merluzzo, il gambero rosa, la mostella di fango, lo scampo ed il moscardino, hanno aree di *nursery* che sono comprese entro i duecento metri di profondità. Lo scampo e la mostella hanno anche aree di *nursery* in acque più profonde, ma in una zona ancora più ad ovest rispetto alle precedenti aree di *nursery*. Il gambero rosso invece, presenta aree di *nursery* che si trovano a profondità maggiori i 200 metri, in pieno centro dello Stretto di Sicilia.

Nel "MedSudMed Technical Documents 19" vengono riportate in modo più specifico le aree di *nursery* per le due specie *Merluccius merluccius* (nasello) e *Mullus barbatus* (triglia di fango).

Nelle figure a seguire vengono mostrati gli indici di biomassa normalizzati della distribuzione delle femmine (Figura 4.54) e di giovani (Figura 4.55) di nasello (*Merluccius merluccius*) nella GSA 16. In esse si può notare che la distribuzione delle femmine nell'area di interesse sia generalmente bassa, con un valore dell'indice di biomassa che varia principalmente tra 0,05 e 0,1 e solo in una piccola area tra 0,1 e 0,25. La distribuzione di giovani varia in modo simile, ma con i valori più bassi rispetto alle femmine, con l'indice che varia tra 0,015 - 0,05 e solo in aree minori è compreso tra 0,05 e 0,1.

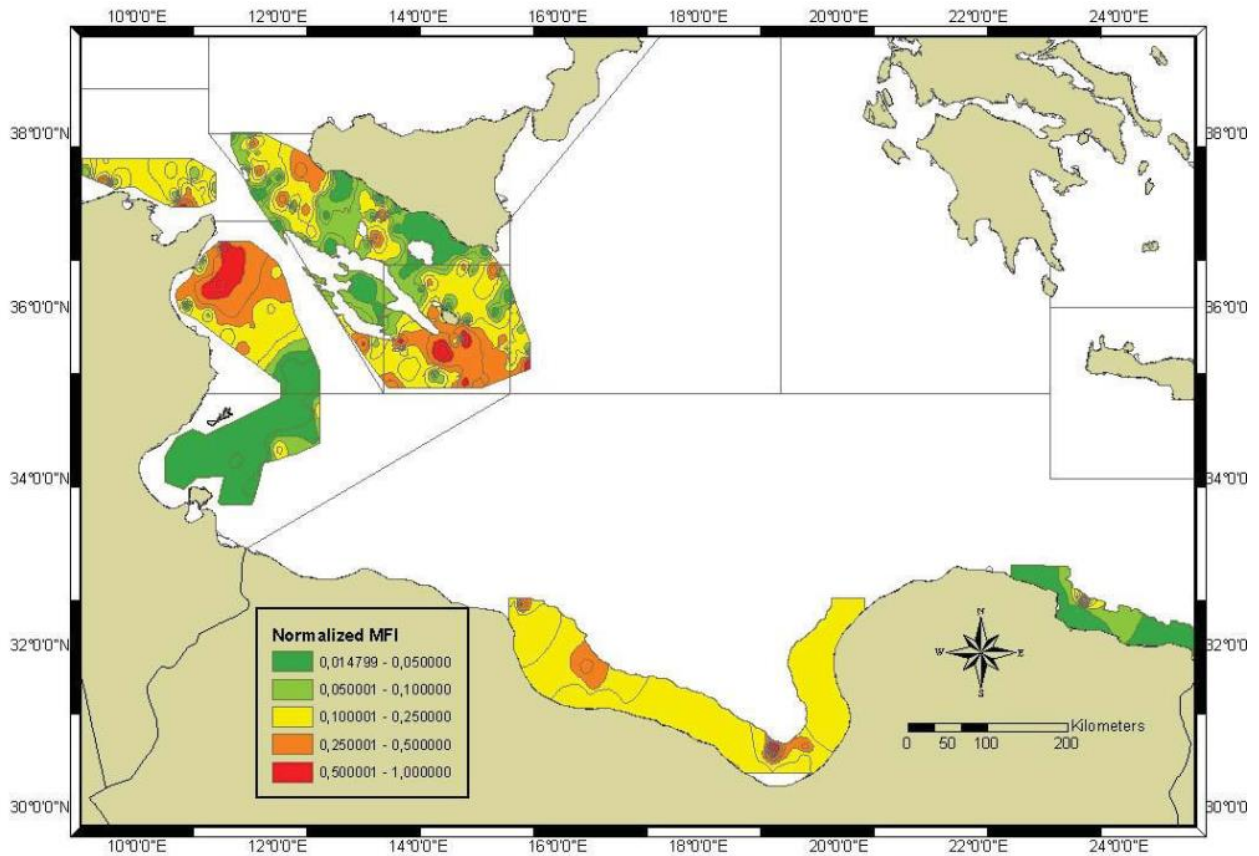


Figura 4.54 - Aree di distribuzione delle femmine di *Merluccius merluccius* nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)

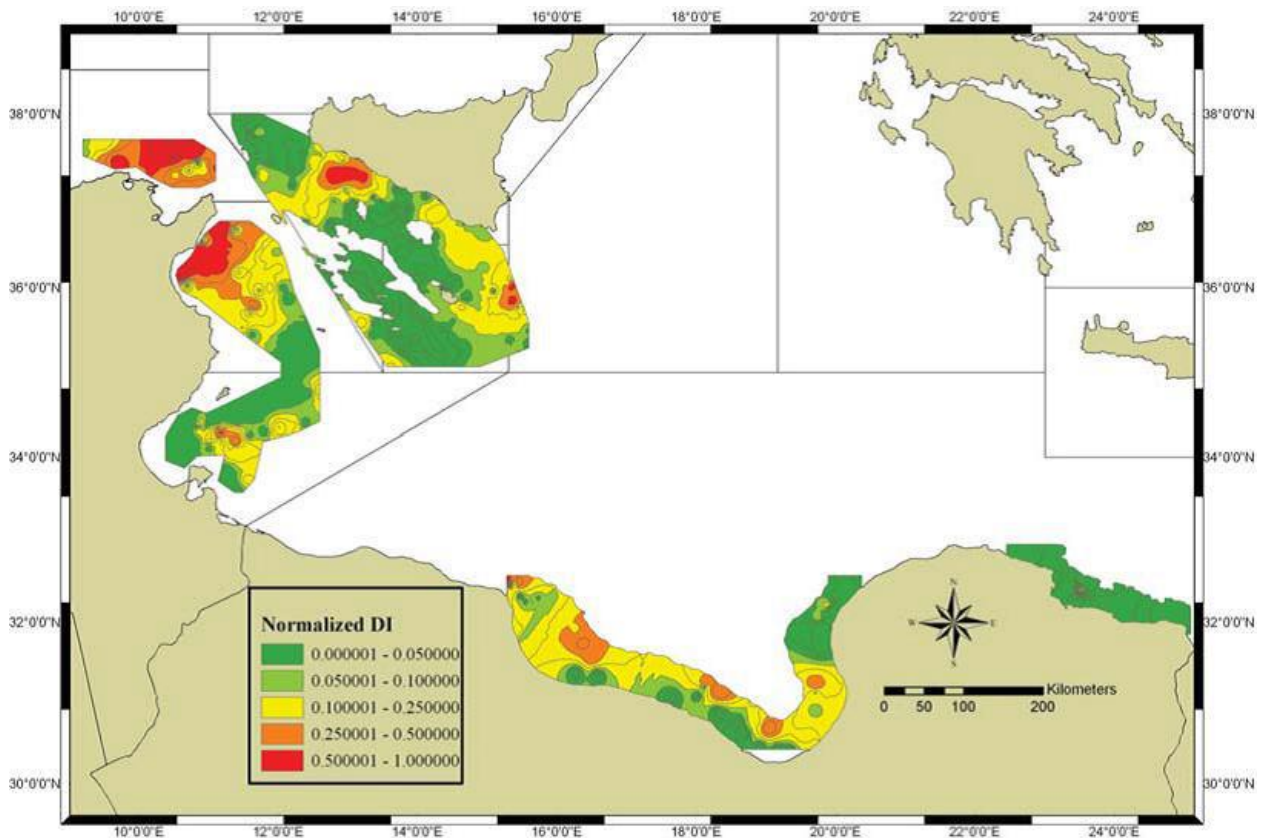


Figura 4.55 - Aree di distribuzione di giovani di *Merluccius merluccius* nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)

In Figura 4.56 e Figura 4.57 vengono mostrati gli indici di biomassa normalizzati rispettivamente della distribuzione delle femmine e dei giovani per *Mullus barbatus*. In queste immagini è possibile osservare come *Mullus barbatus* sia per le femmine adulte che per i giovani, sia presente maggiormente nella parte est della GSA 16. In particolare per la zona oggetto di interesse, i valori dell'indice di biomassa per le femmine sono medio – bassi variando tra lo 0,015 e lo 0,05. Stessa presenza è mostrata per gli individui giovani con valori dell'indice di biomassa compreso sempre tra 0,015 e 0,05.

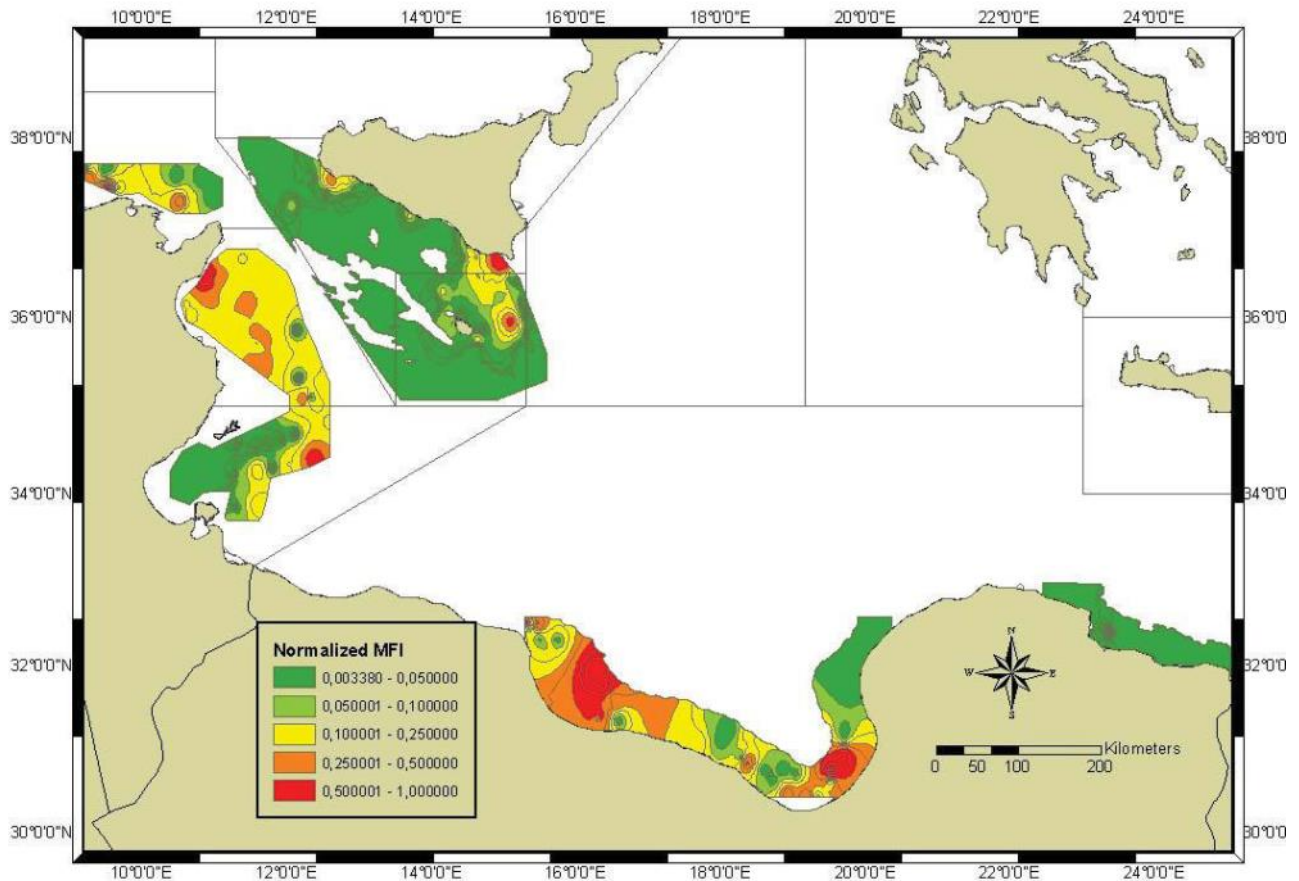


Figura 4.56 - Aree di distribuzione delle femmine di *Mullus barbatus* nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)

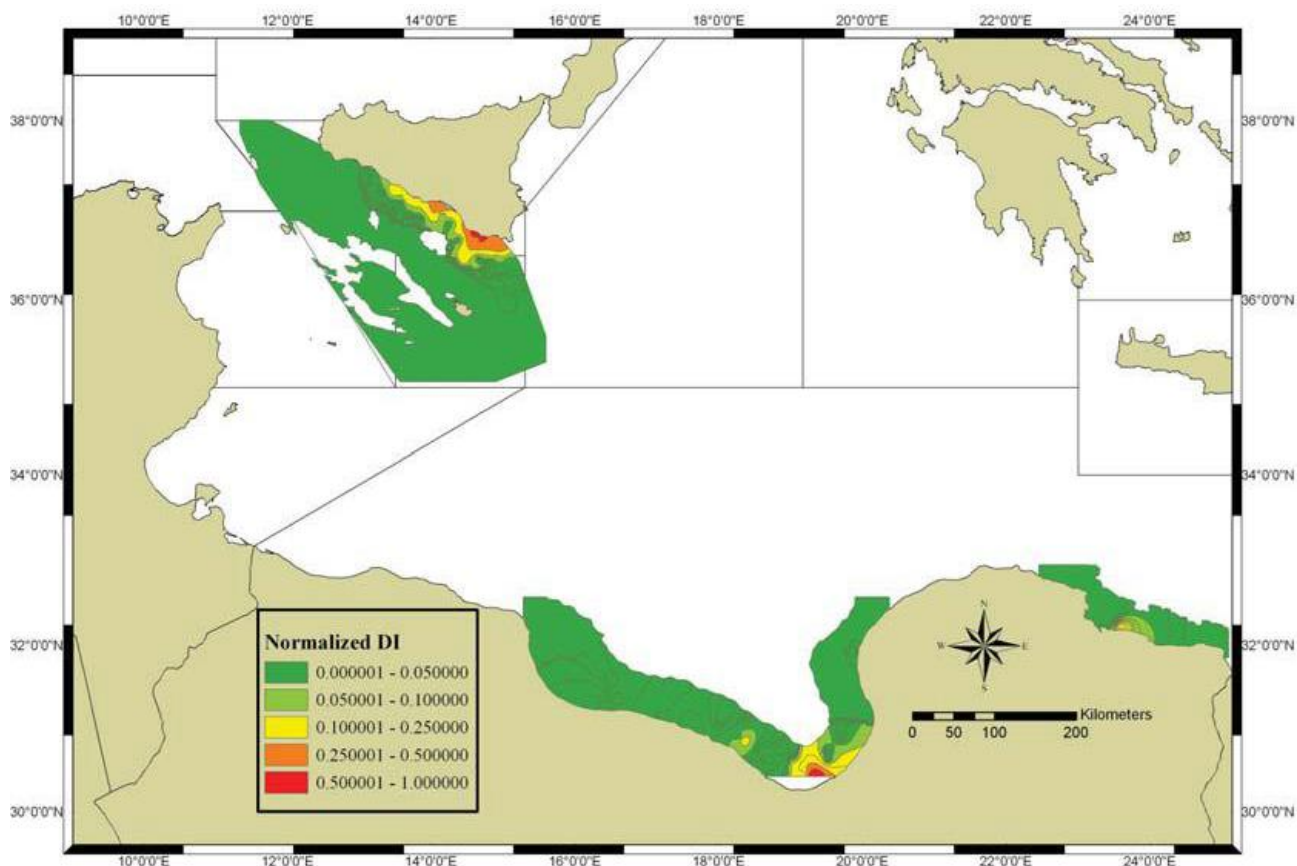


Figura 4.57 - Aree di distribuzione di giovani di *Mullus barbatus* nella GSA16 (fonte: MedSudMed Technical Documents 19)

4.4.6.1 Zone di Ripopolamento

Con il D.A. n. 544 del 19 Settembre 2012, l'Assessorato Regionale delle Risorse Agricole e Alimentari, Dipartimento Regionale degli Interventi per la Pesca, ha confermato e riorganizzato le strutture consortili i cui ambiti territoriali sono individuati nelle aree marine costiere. Tra queste, viene menzionato il Consorzio di ripopolamento ittico "Agrigento 1", che assume la denominazione di "Consorzio di gestione e ripopolamento ittico della fascia costiera meridionale", dalla foce del fiume Acate a capo Lilibeo, Isole Pelagie e Pantelleria; ed il Consorzio di ripopolamento ittico "Golfo di Siracusa", che assume la denominazione "Consorzio di gestione e ripopolamento ittico della fascia costiera iblea o del sud - est", dalla foce del fiume San Leonardo alla foce del fiume Acate.

Nessuna di queste zone rientrano nell'area oggetto di studio.

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 svernanti nel nostro paese sono circa un milione e duecentomila.

Le specie svernanti più abbondanti sono: *Folaga*, *Fulica atra* (oltre 200.000/anno), Gabbiano comune *Larus ridibundus* (oltre 170.000/anno) e Germano reale, *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 la costa meridionale Siciliana, ed in particolare la costa antistante la zona oggetto d'indagine, essa è caratterizzata dalla presenza di ZPS di grande importanza per le specie di uccelli migratrici che dall'Africa si spostano verso le zone di svernamento in Italia ed Europa.

L'arcipelago delle Pelagie, ed in particolare l'isola di Pantelleria, si colloca lungo la principale rotta di migrazione tra Europa ed Africa della Sicilia meridionale.

Altra area di notevole importanza per le rotte migratorie presente sulla costa Sicilia è il "Biviere e la Piana di Gela". In esso nidificano e sostano molte specie migratrici tra cui: *Ciconia ciconia*, *Circaetus gallicus*, *Falco naumanni*, *Burhinus oedicephalus*, *Glareola pratincola*, *Melanocorypha calandra*, *Calandrella brachydactyla*. Viene riportato inoltre, che solo di anatidi, tra febbraio ed aprile si ha il passaggio di più di 45.000 individui.

In conclusione, si mette in evidenza che nella zona d'interesse non rientrano le ZPS precedentemente menzionate, ma comunque essa potrebbe trovarsi lungo la rotta migratoria delle specie che sostano o svernano lungo tali aree protette. Si ricorda però, che tali migrazioni avvengono in periodo primaverile ed autunnale.

4.5 Aree naturali protette

Nel presente capitolo verranno descritte in dettaglio le aree naturali protette individuate nel quadro di riferimento programmatico.

4.5.1 Aree Naturali Protette costiere

4.5.1.1 Riserva Naturale Regionale EUAP0376 "Foce del Fiume Platani"

Nome	Estensione (ha)	Anno di Istituzione
Foce del Fiume Platani	206,88	1984

Tabella 4.5 – Tabella riassuntiva della Riserva Naturale Regionale "Foce del Fiume Platani"

Di seguito, in Figura 4.58, si riporta la mappa della riserva naturale regionale "Foce del Fiume Platani".

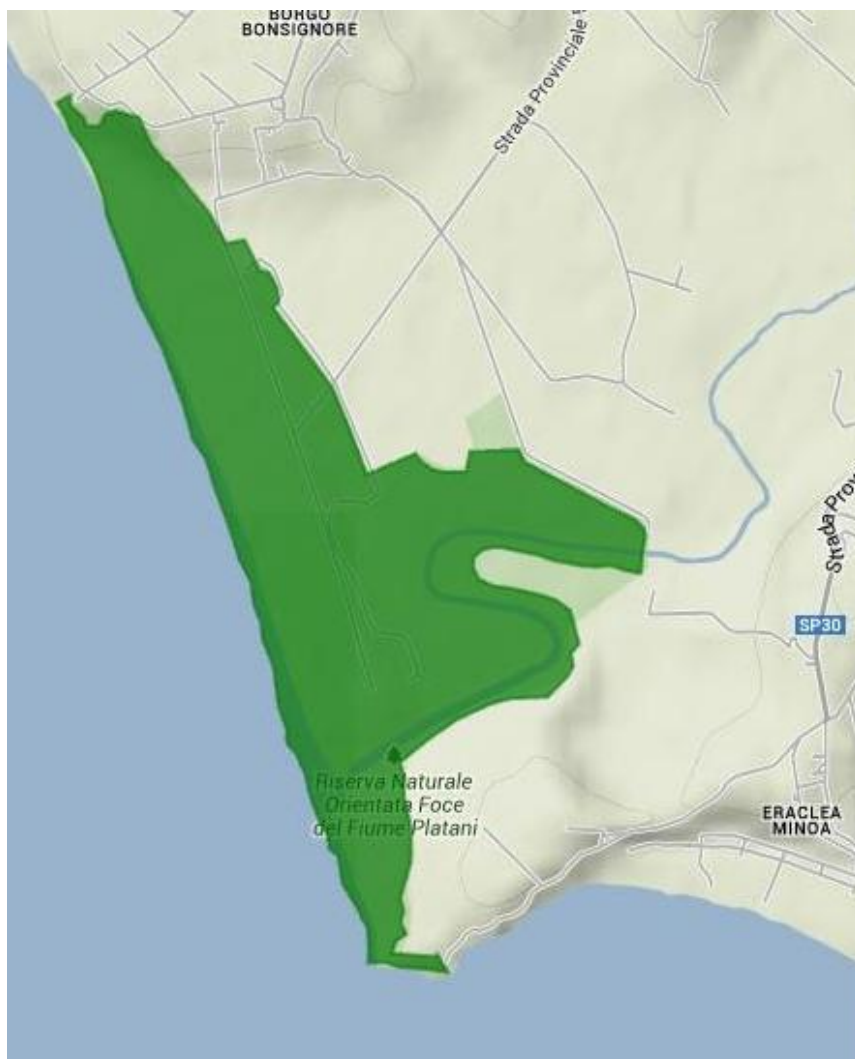


Figura 4.58 - Mappa della Riserva Naturale orientata "Foce del Fiume Platani"
(www.parks.it/riserva.foce.fiume.platani/map.php)

La foce del fiume Platani, su cui domina la falesia di Capo Bianco, rappresenta il primo approdo per molti uccelli migratori provenienti dall'Africa e, grazie alla diversificazione degli ambienti, offre rifugio ad una flora rigogliosa e variegata, quindi ad un'avifauna ricca e composita. La riserva comprende la parte finale del Platani (che poco prima di riversarsi in mare forma un'ampia ansa) e il lungo tratto sabbioso di Borgo Monsignore, che è costeggiato da un cordone di dune basse.

Nella riserva naturale della Foce del Platani si trovano Eucalipti, Acacie e Pini, che si sovrappongono a specie arbustive spontanee e una cospicua vegetazione mediterranea. La riserva è stata istituita per tutelare il particolare ecosistema costiero e le numerose specie di uccelli come: l'airone cenerino, il gabbiano reale, l'airone rosso e il falco di palude.

Sulla sommità della falesia di Capo Bianco, gli Antichi Greci posero l'antico insediamento di Eraclea Minoa, colonia contesa da agrigentini, siracusani e cartaginesi.

Il giglio marino è uno dei rappresentanti più importanti e vistosi della vegetazione delle dune, e fiorisce da luglio a settembre. Pur essendo specie rustica non rara, rischia di scomparire a causa della distruzione e del degrado dell'ambiente litoraneo.

Il pendolino è un piccolo uccellino, lungo appena 11 cm e pesa circa 8 grammi, il cui aspetto è reso singolare dalla caratteristica mascherina nera che circonda i suoi occhi. La peculiarità di questo uccellino è il suo nido a forma di bisaccia, ancorato ai rami degli alberi della riserva.

Sulle spiagge della riserva, dopo molto tempo, è riapparsa la tartaruga marina che durante le notti estive vi depone le uova.

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 prospezione geofisica non contiene alcun SIC o ZPS al suo interno.

Per completezza di trattazione, verrà di seguito riportata la tabella con le aree afferenti alla Rete Natura 2000 presenti lungo la costa della Regione Sicilia, per la cui descrizione approfondita si rimanda all'allegato 4.

Tipo	Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
SIC	ITA010011	Sistema dunale Capo Granitola, Porto Palo e Foce del Belice	48,5
SIC	ITA010020	Isola di Pantelleria - Area Costiera, Falesie e Bagno dell'Acqua	14,2
SIC	ITA040001	Isola di Linosa	24,1
SIC	ITA040002	Isola di Lampedusa e Lampione	44,3
SIC	ITA040003	Foce del Magazzolo, Foce del Platani, Capo Bianco, Torre Salsa	35,6

SIC	ITA040004	Foce del Fiume Verdura	42,6
SIC	ITA040010	Litorale di Palma di Montechiaro	26,8
SIC	ITA040012	Fondali di Capo San Marco - Sciacca	42,7
SIC	ITA040014	Fondali delle Isole Pelagie	23,2
SIC	ITA040015	Scala dei Turchi	32,1
SIC	ITA050001	Biviere e Macconi di Gela	41,5
SIC	ITA050011	Torre Manfria	35,4
ZPS	ITA010030	Isola di Pantelleria e area marina circostante	12,9
ZPS	ITA040013	Arcipelago delle Pelagie - area marina e terrestre	22,7
ZPS	ITA050012	Torre Manfria, Biviere e Piana di Gela	35,3

Tabella 4.6 - Tabella riassuntiva delle aree Rete Natura 2000 più vicine all'area oggetto di istanza di permesso di prospezione

4.5.3 Aree marine protette

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.

4.5.3.1 Area Marina Protetta (AMP) "Isole Pelagie"

L'area marina protetta "Isole Pelagie" è stata istituita con D.M. del 21/10/2002 (G.U. n. 14 del 18/01/2003), Regolamento di esecuzione ed organizzazione dell'area marina protetta D.M. 04/02/2008 (G.U. n. 129 del 04/06/2008). In Figura 4.59 è possibile vedere la mappa dell'area protetta in relazione alle zone con diverso grado di protezione.

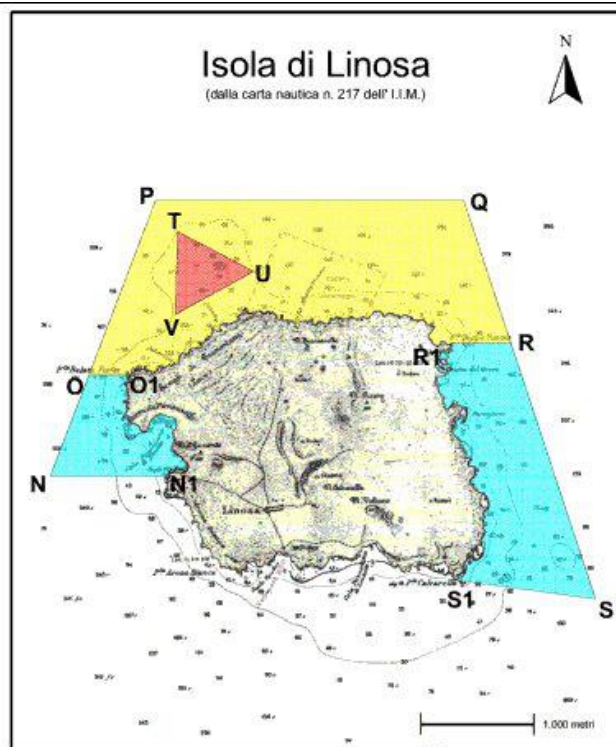
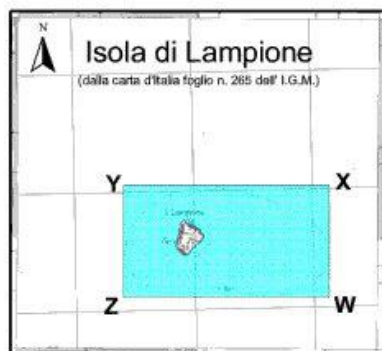
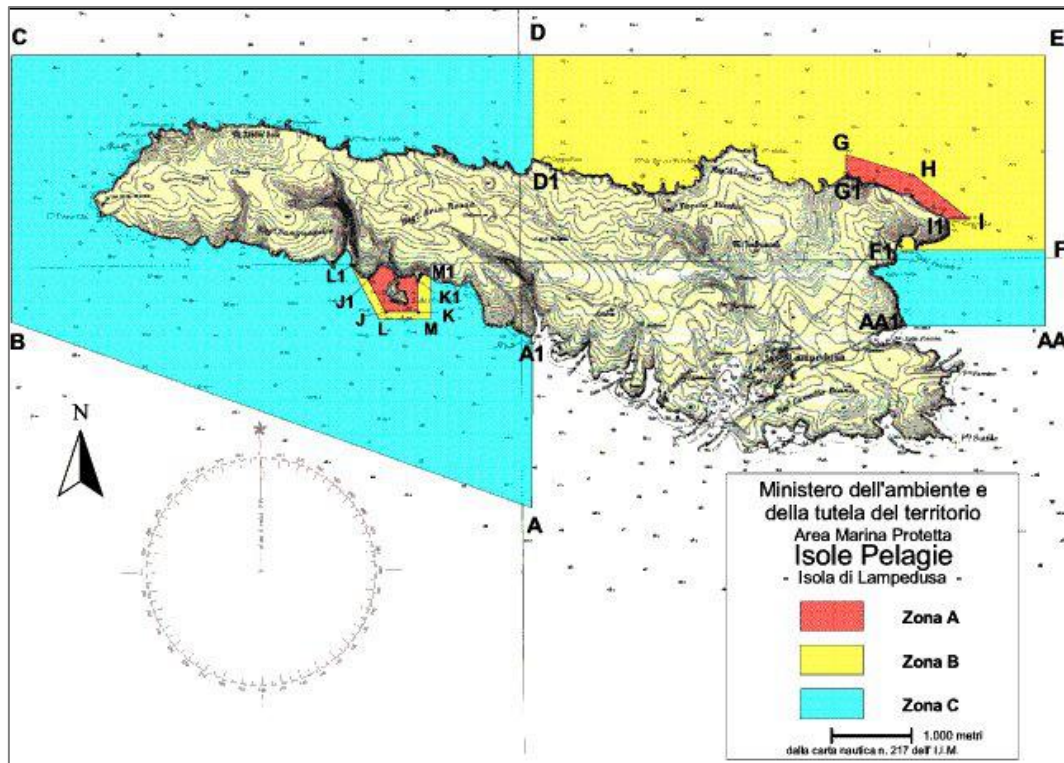


Figura 4.59 - Cartografia dell'Area Marina Protetta "Isole Pelagie" con riferimento alle zone a diverso grado di protezione (fonte: www.isole-pelagie.it/index.php/it/zonazione.html)

L'Area Marina Protetta raccoglie una serie di elementi naturali che rappresentano l'intero Arcipelago delle Pelagie. Ad una diversità di origine geologica, paesaggistica, costiera e morfologica-subacquea, corrisponde una diversità di habitat marino-costieri con comunità biologiche peculiari e diversificate. L'A.M.P. Isole Pelagie rappresenta un patrimonio per la biodiversità del Mediterraneo e un baluardo per la tutela di specie d'importanza conservazionistica quali i cetacei, le tartarughe marine e i pesci cartilaginei. L'area biogeografica limitata dai fondali di queste isole si diversifica in un ambiente di mare aperto, costituito dai

fondali vulcanici e profondi di Linosa, ed in uno di piattaforma costiera dato dal tavolato calcareo di Lampedusa e Lampione, che delimita il bordo esterno della banchina continentale nella Secca di Mammellone. Le Isole Pelagie, per la loro posizione geografica al centro del Mediterraneo, sono un punto di unione e convivenza di flore e faune del bacino orientale, più caldo, e di quello occidentale, influenzato dalle correnti atlantiche. Un sito "sentinella" per il monitoraggio dell'ambiente marino e dei suoi cambiamenti ecologici in atto.

La A.M.P. è un arcipelago immerso nel Canale di Sicilia distante 205 chilometri (Lampedusa) dalle coste siciliane e solo 113 chilometri dalle coste tunisine.

Il paesaggio subacqueo delle Pelagie è definito da vaste praterie della fanerogama marina *Posidonia oceanica*, in buono stato di conservazione soprattutto a Lampedusa, dove i fondali per lo più digradano "lentamente" non superando i 50 metri di profondità oltre il miglio dalla linea di costa. La linea di costa è sovente caratterizzata da formazioni superficiali di alghe del genere *Cystoseira* spesso fissate a "cornici" di molluschi Vermetidi. Il fondale riprende in molti luoghi la conformazione esterna della scogliera e presenta pareti verticali a picco fin oltre 60 metri di profondità. Il litorale di Lampedusa e Lampione è disseminato di grotte in parte aperte dall'erosione marina che agisce su calcari teneri costituiti da depositi ricchi di alghe fossili e sedimenti carbonatici. La diversità è, senza dubbio, la caratteristica che colpisce maggiormente nell'arcipelago delle Pelagie. Queste isole rappresentano quindi un patrimonio per la biodiversità del Mediterraneo. Sono interessanti sia dal punto di vista della flora e fauna terrestre sia per il valore naturalistico dei fondali marini. Infatti le tre isole sono state proposte come Siti d'Importanza Comunitaria (ITA040001 e ITA040002) e come Zona di Protezione Speciale (ITA040013) ai sensi delle Direttive Comunitarie "Habitat" e "Uccelli". La fauna a cetacei in queste isole ha una grande importanza per il numero di specie che le abitano. Nelle acque costiere vive una popolazione stanziale di delfino *Tursiops truncatus*; il mare circostante è poi regolarmente frequentato da altre specie di delfino, *Delphinus delphis* (delfino comune) e *Stenella coeruleoalba* (stenella) e da *Balaenoptera physalus*, la balenottera comune, che nel periodo di marzo e aprile si avvicina in piccoli gruppi alle coste delle isole per nutrirsi dei banchi di piccoli crostacei, elemento fondamentale della sua dieta. La spiaggia dei Conigli a Lampedusa e la Pozzolana di Ponente a Linosa sono siti di regolare ovodeposizione di *Caretta caretta*, la tartaruga marina più famosa nel Mediterraneo, anche e purtroppo, per i gravi pericoli di estinzione che corre. Nel periodo estivo le femmine di questa specie risalgono le spiagge sabbiose durante la notte per deporre le uova che rimarranno "custodite" sotto la sabbia per 45-60 giorni prima della schiusa.

Il passaggio delle Balenottere comuni nell'area dell'arcipelago delle Pelagie è un evento stagionale che si ripete annualmente. Il periodo che va da fine febbraio ad aprile a poca distanza dalla costa di Lampedusa e Linosa è facile avvistare individui in gruppi o solitari. Questo ampio *range* temporale dimostra che l'arcipelago formato da Lampedusa, Linosa e Lampione è una importante area di alimentazione invernale per questa specie minacciata dall'estinzione. La specie il cui nome scientifico è *Balaenoptera physalus*, è il più grande cetaceo presente nel Mediterraneo, un gigante di oltre 20 metri e 50 tonnellate di peso. Studi sulla distribuzione e sul numero di individui della balena comune stimano una popolazione di circa 3000 esemplari. Le attività di monitoraggio dell'Area Marina Protetta "Isole Pelagie" sulle specie sensibili in questo periodo dell'anno si concentrano su questa specie considerata in pericolo d'estinzione e per ciò protetta da leggi nazionali e convenzioni internazionali. Grazie anche al contributo dei pescatori locali l'A.M.P. riesce ogni anno a documentarne il passaggio.

Comuni sono i pesci di grossa taglia come le cernie, le leccie stelle, le ricciole e pesci di tana come murene e gronghi. In queste acque si trovano anche i pesci pappagallo e i carangidi dentici. In profondità le pareti rocciose sono colonizzate da bellissimi spirografi, ricci diadema, falsi coralli e madrepora pagnota e abitate

da magnose, aragoste, paguri, vermicani e nudibranchi. In immersione si possono apprezzare le numerose grotte popolate da spugne e alghe calcaree come *Lithophyllum stictaeforme*.

Nelle acque che circondano l'isolotto di Lampione da diversi anni è documentata la presenza stagionale dello squalo grigio (*Carcharhinus plumbeus*).

4.5.3.2 Area Marina di Prossima Istituzione "Isola di Pantelleria"

Per una descrizione dell'Area Marina Protetta "Isola di Pantelleria" si rimanda alla descrizione della Zona di Protezione Speciale IT010030 "Isola di Pantelleria e area marina circostante" presente nell'allegato 4.

4.5.4 Zone di Tutela Biologica (ZTB)

4.5.4.1 Zona di Tutela Biologica II "Mammellone"

La "Zona di pesca a Sud-Ovest di Lampedusa" chiamata il "Mammellone", è considerata con Decreto Ministeriale del 25 settembre 1979 una porzione di alto mare che è "tradizionalmente riconosciuta come zona di ripopolamento e in cui è vietata la pesca ai cittadini italiani e alle navi battenti bandiera italiana" al fine di assicurare la tutela delle risorse biologiche.

Geograficamente, l'area del "Mammellone" è posta nello Stretto di Sicilia tra la Tunisia e le Isole Pelagie e delimitata da "...una linea che, partendo dal punto di arrivo della linea delle 12 miglia delle acque territoriali tunisine, si ricollega sul parallelo di Ras Kapoudia, con l'isobata dei 50 metri e segue tale isobata fino al punto di incontro con la linea che parte da Ras Agadir in direzione Nord-Est ZV=45" (Figura 4.60).

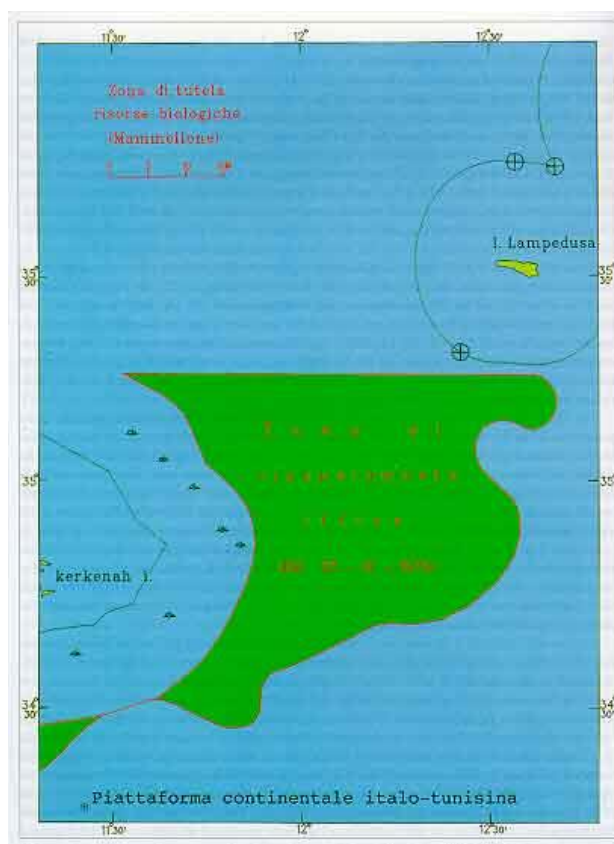


Figura 4.60 - Zona di Tutela Biologica "il Mammellone" (fonte: www.marina.difesa.it/attivita/operativa/Pagine/Vigilanzapesca.aspx)

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

4.5.5.1 IT168 “Pantelleria ed Isole Pelagie”

Posizione	Sicilia, Italia
Coordinate	12° 0.00' Est; 36° 45.00' Nord
Criteri	A4ii, A4iii, B1ii, B1iii, B2, B3, C2, C6
Area (ha)	11066
Altitudine	0 – 835 metri
Anno di Dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.7 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA “Pantelleria ed Isole Pelagie” (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2839)

Descrizione del Sito

Un arcipelago di piccole isole tra la Sicilia e la Tunisia. I principali habitat sono isolotti rocciosi e scogliere, macchia, gariga e terreni coltivati.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le specie che si ritrovano nelle *Important Bird Areas*, gli habitat presenti ed eventuali altre aree di protezione e loro relazione con l'IBA ed infine le destinazione di uso del territorio.

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della Stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
Berta maggiore <i>Calonectris diomedea</i>	Residente	1989	10000 coppie nidificanti	Media	A4ii, B1ii, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
Uccello delle tempeste europeo <i>Hydrobates pelagicus</i>	Residente	1990	100 coppie nidificanti	Media	B1ii, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
Marangone dal ciuffo <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Residente	1992	30 coppie nidificanti	Media	C2, C6	Minor preoccupazione
Falco della Regina <i>Falco eleonora</i>	Nidificante	1994	35 - 40 coppie nidificanti	Buona	B1iii, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
Magnanina sarda <i>Sylvia sarda</i>	Residente	-	Presente	-	B3	Minor preoccupazione

Tabella 4.8 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA “Pantelleria ed Isole Pelagie” (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2839)

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA
Arcipelago delle Pelagie - area marina e terrestre - ITA040013	Direttiva Uccelli	12715	L'area protetta è contenuta dal sito	4340
Isola di Lampedusa e Lampione - ITA040002	Direttiva Habitat	1415	L'area protetta è contenuta dal sito	1415
Isola di Linosa - ITA040001	Direttiva Habitat	442	L'area protetta è contenuta dal sito	442
Isola di Pantelleria - Area Costiera, Falesie e Bagno dell'Acqua - ITA010020	Direttiva Habitat	3516	L'area protetta è contenuta dal sito	3516
Isola di Pantelleria e area marina circostante - ITA010030	Direttiva Uccelli	15692	L'area protetta è contenuta dal sito	5445
Isola di Pantelleria: Montagna Grande e Monte Giblele - ITA010019	Direttiva Habitat	3187	L'area protetta è contenuta dal sito	3187

Tabella 4.9 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA - "Pantelleria ed Isole Pelagie" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2839)

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del Sito)
Macchia	Macchia a sclerofille, gariga e macchia mediterranea	
Mare	-	
Terrestre – Artificiale	Paesaggi altamente migliorati tramite ri-piantumazione; colture perenni, frutteti e boschi	

Tabella 4.10 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Pantelleria ed Isole Pelagie" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2839)

Uso del Territorio	Estensione (% del Sito)
Agricoltura	15
Caccia	40
Turismo/ricreativo	100
Conservazione della natura e ricerca	-

Tabella 4.11 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Pantelleria ed Isole Pelagie" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2839)

4.5.5.2 IT162 "Aree Umide Mazaresi"

Posizione	Sicilia, Italia
Coordinate	12° 31.00' Est; 37° 40.00' Nord
Criteri	C7
Area (ha)	791
Altitudine	0 – 5 metri
Anno di Dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.12 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell'IBA "Aree Umide Mazaresi" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2835)

Caratteristiche del Sito

Zone umide con dune di sabbia e piccole paludi, lungo la costa sud-occidentale della Sicilia, 5 chilometri a ovest della città di Mazara del Vallo. Il principale uso del suolo è l'agricoltura.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le specie che si ritrovano nelle *Important Bird Areas*, gli habitat presenti ed eventuali altre aree di protezione e loro relazione con l'IBA ed infine le destinazioni di uso del territorio.

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA
Laghetti di Preola e Gorgi Tondi e Sciare di Mazara - ITA010005	Direttiva Habitat	1511	L'area protetta si sovrappone al sito	256
Laghetti di Preola e Gorgi Tondi, Sciare di Mazara e Pantano Leone - ITA010031	Direttiva Uccelli	1652	L'area protetta si sovrappone al sito	271
Paludi di Capo Feto e Margi Spanò - ITA010006	Direttiva Uccelli	300	L'area protetta si sovrappone al sito	280

Tabella 4.13 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Aree Umide Mazaresi" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2835)

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del Sito)
Zone umide (entroterra)	Acqua salata e salmastra permanente	
Linea costiera	Dune di sabbia e spiagge	
Terrestre – Artificiale	Culture perenni, frutteti e boschi	

Tabella 4.14 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Aree Umide Mazaresi" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2835)

Uso del Territorio	Estensione (% del Sito)
Agricoltura	30
Turismo/ricreativo	100
Conservazione della natura e ricerca	5

Tabella 4.15 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Aree Umide Mazaresi" (fonte: www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=2835)

4.6 Contesto socio-economico

4.6.1 Andamento demografico

L'area oggetto di studio, evidenziata in rosso nella Figura 4.61, è localizzata nel Canale di Sicilia, al largo delle coste delle province di Trapani, Agrigento e Caltanissetta. Delle nove province di cui è costituita la Regione Sicilia infatti, solo queste tre si trovano in una posizione più vicina all'area in istanza.



Figura 4.61 – Localizzazione delle province di Trapani, Agrigento e Caltanissetta nella regione Sicilia. In rosso l'area oggetto di studio

La provincia di Trapani è costituita da 24 comuni e si estende su di una superficie di 2.460,08 chilometri quadrati, per un totale di abitanti di 430.478 unità (al 1° gennaio 2013), dei quali 208.748 maschi e 221.730 femmine (demo.istat.it). Ne deriva una densità per chilometro quadrato pari a 175,0.

Nella provincia di Agrigento la densità abitativa risulta essere di 146,6 abitanti per chilometro quadrato, con una popolazione residente di 446.081 unità, dove 215.939 sono maschi e 230.142 sono femmine. Si distribuisce su un territorio di 3.041,90 chilometri quadrati e consta di 43 comuni (demo.istat.it).

Il territorio della provincia di Caltanissetta invece, comprende 22 comuni e copre una superficie di 2.124,52 chilometri quadrati. La popolazione residente risulta essere di 272.458 unità, di cui 131.434 maschi e 141.024 femmine, con una densità abitativa quindi pari a 128,2.

L'analisi effettuata sull'andamento della popolazione delle tre province prese in considerazione nell'intervallo di tempo 2001-2012 ha evidenziato tre diversi comportamenti, di seguito riportati.

A carattere generale, lo stesso *trend* misurato sulla Regione Sicilia, mostra per l'intervallo di tempo 2001-2010, una variazione percentuale (calcolata sull'anno precedente) sempre positiva, a parte per il valore registrato nel 2006 che è rimasto prossimo allo 0. Durante il biennio 2010-2012 invece, tale valore è diminuito (pari a 50.000 abitanti in meno) e qui stabilizzato.

A rispettare maggiormente l'andamento della popolazione avvenuto nell'intera regione, nell'intervallo di tempo considerato è la provincia di Trapani, con la differenza solo nell'ultimo anno di un aumento pari al +0,22% degli abitanti residenti.

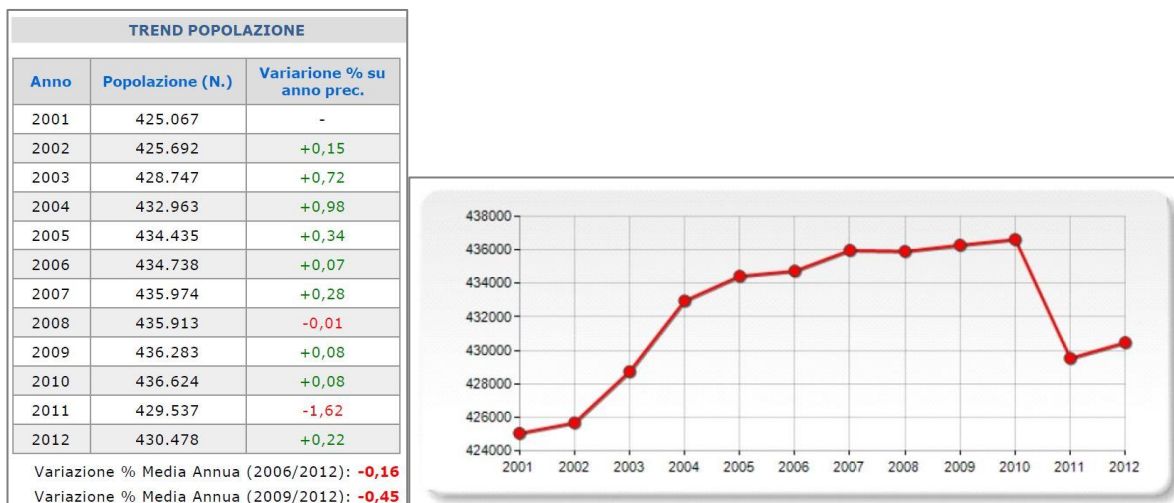


Figura 4.62 - Trend della popolazione della provincia di Trapani dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)

Totalmente differente risulta essere invece l'andamento della popolazione residente nelle province di Agrigento e Caltanissetta, in cui dal 2003 è stato registrato un valore per lo più negativo (Figura 4.63 e Figura 4.64).

La diminuzione della popolazione durante l'anno 2010 nella provincia di Trapani si è verificata anche per quella di Agrigento, mentre nella provincia di Caltanissetta si è registrata la situazione contraria.

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variatione % su anno prec.
2001	447.684	-
2002	450.034	+0,52
2003	456.818	+1,51
2004	456.612	-0,05
2005	457.039	+0,09
2006	455.227	-0,40
2007	455.550	+0,07
2008	455.083	-0,10
2009	454.593	-0,11
2010	454.002	-0,13
2011	446.520	-1,65
2012	446.081	-0,10
Variazione % Media Annuale (2006/2012):		-0,34
Variazione % Media Annuale (2009/2012):		-0,63

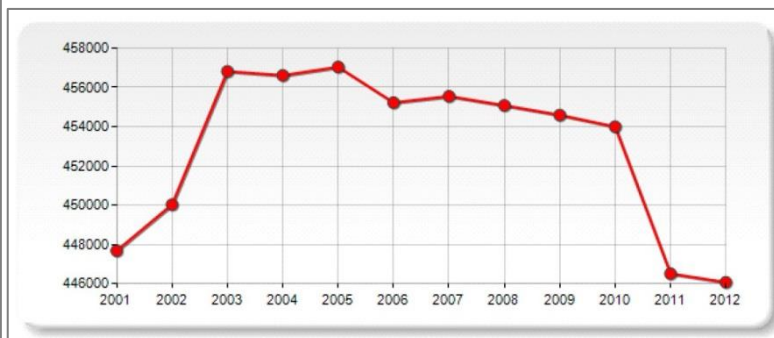


Figura 4.63 - Trend della popolazione della provincia di Agrigento dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variatione % su anno prec.
2001	273.597	-
2002	272.167	-0,52
2003	275.908	+1,37
2004	275.221	-0,25
2005	274.001	-0,44
2006	272.918	-0,40
2007	272.570	-0,13
2008	272.289	-0,10
2009	272.052	-0,09
2010	271.729	-0,12
2011	272.906	+0,43
2012	272.458	-0,16
Variazione % Media Annuale (2006/2012):		-0,03
Variazione % Media Annuale (2009/2012):		+0,05

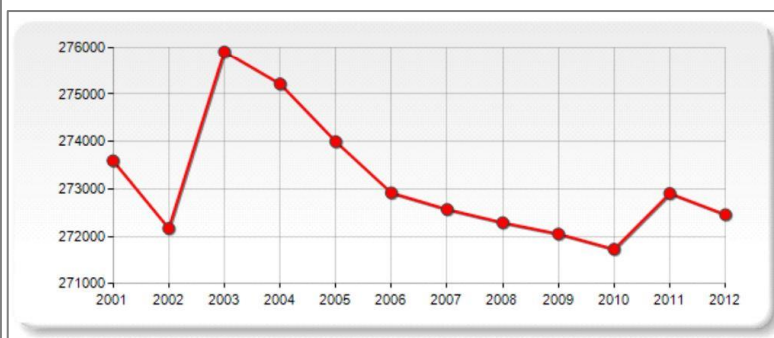


Figura 4.64 - Trend della popolazione della provincia di Caltanissetta dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it)

I comuni più vicini all'area in istanza sono quelli di Pantelleria in provincia di Trapani e Lampedusa e Linosa in provincia di Agrigento. Di seguito sono elencati i parametri relativi alla loro superficie, popolazione residente e quindi densità abitativa.

Provincia	Comune	Superficie (kmq)	Popolazione residente (Istat 2013)	Densità (ab/kmq)
Trapani	Pantelleria	83,02	7.601	91,6
Agrigento	Lampedusa e Linosa	25,48	6.216	244,0

Figura 4.65 - Dati di Superficie, Popolazione residente e Densità demografica presenti nei comuni prossimi all'area oggetto di studio (fonte: www.comuni-italiani.it)

Il comune di Lampedusa e Linosa consta oltre che dalle omonime isole anche dalla disabitata Isola di Lampione.

4.6.2 Contesto economico

La situazione economica della regione Sicilia rispecchia l'andamento di molte altre realtà italiane. Nella fattispecie durante il biennio 2008-2009 la variazione percentuale del PIL della stessa è stato del -6,0%

rispetto al dato meridionale e nazionale rispettivamente del -6,5% e -6,7%. Successivamente, nel biennio 2010-2011, la Sicilia, con un valore pari a -1,2% si è posizionata dietro al Mezzogiorno (-0,4%) e all'Italia (2,2%). Per quanto riguarda il biennio 2012-2013 un ulteriore arretramento del 5,1% è stato stimato, più pesante del dato pur negativo registrato in Italia (-4,3%) e Mezzogiorno (-5,4%) (pti.regione.sicilia.it).

Nel 2012 il turismo siciliano ha registrato una crescita degli arrivi di quasi il 3% mentre l'incremento delle presenze ha superato il 2%. Fra le province che hanno chiuso in positivo il 2012, il maggiore incremento delle presenze si è avuto a Siracusa (+14,1%) e Ragusa (+7,7%).

In Sicilia il settore ricettivo alberghiero continua a perdere quote di mercato a favore di quello extralberghiero. Nella tabella seguente sono stati comparati gli anni 2002 e 2012, in cui si nota come la percentuale degli arrivi sia aumentata di più del 5% presso le strutture extralberghiere.

Anno		Alberghieri	Extralberghieri
2012	Arrivi	84,4%	15,6%
	Presenze	83,1%	16,9%
2002	Arrivi	90,3%	9,7%
	Presenze	85,4%	14,6%

Tabella 4.16 – Settori alberghiero ed extralberghiero sul totale della ricettività siciliana. A confronto gli anni 2002 e 2012 (fonte: pti.regione.sicilia.it)

L'attuale condizione economica della Sicilia, non florida come altre realtà italiane, può comunque contare sul settore turistico per risollevarsi. Dal "Documento di programmazione economico-finanziaria 2014-2017" relativo alla regione Sicilia, emerge che nasce l'esigenza di sostenere le imprese turistiche quali soggetti in grado di attrarre introiti dall'estero (pti.regione.sicilia.it).

Al fine di caratterizzare al meglio l'area oggetto di studio, si sono approfonditi i contesti economici dei territori limitrofi alla stessa e quindi delle Isole di Pantelleria, Lampedusa e Linosa.

L'economia di Pantelleria si basa interamente sull'agricoltura, lasciando alla pesca solo una posizione marginale. L'85% del terreno messo a coltura è costituito da vigneti accresciuti in particolari impianti a conca e patate in modo tale da poter essere protetti dal vento e favorire esclusivamente dell'irrigazione da parte delle piogge. Vengono prodotti così il Moscato e il Passito di Pantelleria.

Un'altra coltura molto importante per l'isola è la varietà pregiata di capperi, la *Capparis spinosa*. A Pantelleria ne risulta essere coltivata una tipologia senza spine che raccolta a mano e messa poi in salamoia viene commercializzata (www.tuttopantelleria.it). Inoltre, vengono coltivati l'ulivo e gli alberi da frutto, in particolare gli agrumi, le pesche e i fichi.

L'economia di Lampedusa invece si incentra principalmente sul turismo, sulla pesca e sull'industria conserviera del pesce azzurro e solo marginalmente sull'agricoltura e pastorizia. Dal 1986 iniziò a svilupparsi il turismo che tuttora sostiene gli altri settori e quelli che stanno andando via via perdendosi, quale ad esempio il commercio delle spugne, un tempo molto proficuo per l'isola (lampedusainfo.it).

Come nell'Isola di Pantelleria anche per l'Isola di Linosa l'agricoltura è maggiormente sviluppata rispetto gli altri settori economici. In particolare vengono coltivati gli ortaggi e i legumi tra cui una qualità di lenticchie molto ricercata e molto diffusa risulta essere la coltivazione del capperi. Linosa sta cercando di sviluppare il settore della pesca, tuttora presente solo con piccole imbarcazioni ed incrementare il settore del turismo, ovviamente nella salvaguardia dell'isola stessa (www.linosa.it).

4.6.3 Utilizzazione dell'area costiera

L'isola di Pantelleria è la più grande tra le isole che circondano la Sicilia, si estende per 83 chilometri quadrati e raggiunge una quota di 836 metri sopra il livello del mare. La morfologia dell'isola è molto variabile, nel versante sud orientale scende a picco sul mare ed è prevalentemente rocciosa, nel versante nord occidentale invece è pianeggiante e collinare. Proprio qui si concentrano la maggior parte delle zone balneabili e quindi le strutture ricettive in grado di accogliere i turisti soprattutto durante la stagione estiva.

Lungo costa si trovano anche molte sorgenti di acqua termale e numerosi sono i siti archeologici presenti sia in terraferma che nel fondale marino a dimostrazione della ricchezza storica recente di Pantelleria.

Le attività che possono essere eseguite sull'isola variano quindi dal *diving*, *kayak*, escursionismo naturalistico, *trekking*, *mountain-bike* ed escursioni a cavallo (www.pantelleriaisland.it).

L'isola di Lampedusa, dal punto di vista geomorfologico, ha invece un andamento sub-pianeggiante con un'immersione verso sud-est, costituita da una serie di valli di tipo idrografico e da alte falesie situate nella parte settentrionale.

Le strutture ricettive sono localizzate nei pressi della cittadina di Lampedusa e in generale nella parte sud est dell'isola. Per raggiungere le varie calle distribuite lungo la costa dell'isola normalmente si utilizza il servizio minibus che ne garantisce il collegamento, oppure si procede via bici, moto o auto a noleggio.

Le attività che propone l'isola sono per lo più di carattere sportivo e naturalistico, il turista può dunque scegliere tra immersioni, escursioni e gite in barca.

L'isola di Linosa è di dimensioni notevolmente più ridotte rispetto a quella di Lampedusa, ricopre una superficie di poco più di 5 chilometri quadrati e raggiunge una quota di 195 metri sul livello del mare. La sua natura vulcanica fa di Linosa un'isola del tutto diversa rispetto a Lampedusa e Lampione, negli ultimi anni in grado di richiamare sempre più turisti.

Il numero di strutture alberghiere è limitato, tuttavia sono disponibili numerosi appartamenti e bungalow da affittare. Nell'isola sono presenti ben tre *diving club* per gli appassionati delle immersioni subacquee.

4.6.4 Traffico marittimo

Il Canale di Sicilia in termini di traffico navale, risulta essere il punto focale del Mar Mediterraneo perché viene necessariamente attraversato, quale unica via di comunicazione, da tutte quelle imbarcazioni aventi come destinazione i porti a occidente e oriente del bacino stesso.

Ogni anno transitano 325.000 imbarcazioni per un totale di 3,8 miliardi di tonnellate, pari a circa il 15% del traffico globale. Secondo recenti stime, il numero di imbarcazioni commerciali presenti nel Mar Mediterraneo (200.000 unità) andrà aumentando di tre o quattro volte nei prossimi 20 anni.

Nella Figura 4.66, ottenuta dalla sovrapposizione dell'area oggetto di studio sulle carte nautiche numero 914 (Da Capo Rossello ad Augusta e Isole Maltesi) e 947 (Da Ras El-Mir a Cap Africa-Pantelleria e Isole Pelagie), si osservano le principali rotte marittime che attraversano l'area stessa. Si nota come queste siano maggiormente concentrate nel settore occidentale rispetto a quello orientale e indicativamente è possibile si tratti di quelle rotte passanti a nord dell'isola di Pantelleria e successivamente a sud delle Isole Maltesi.

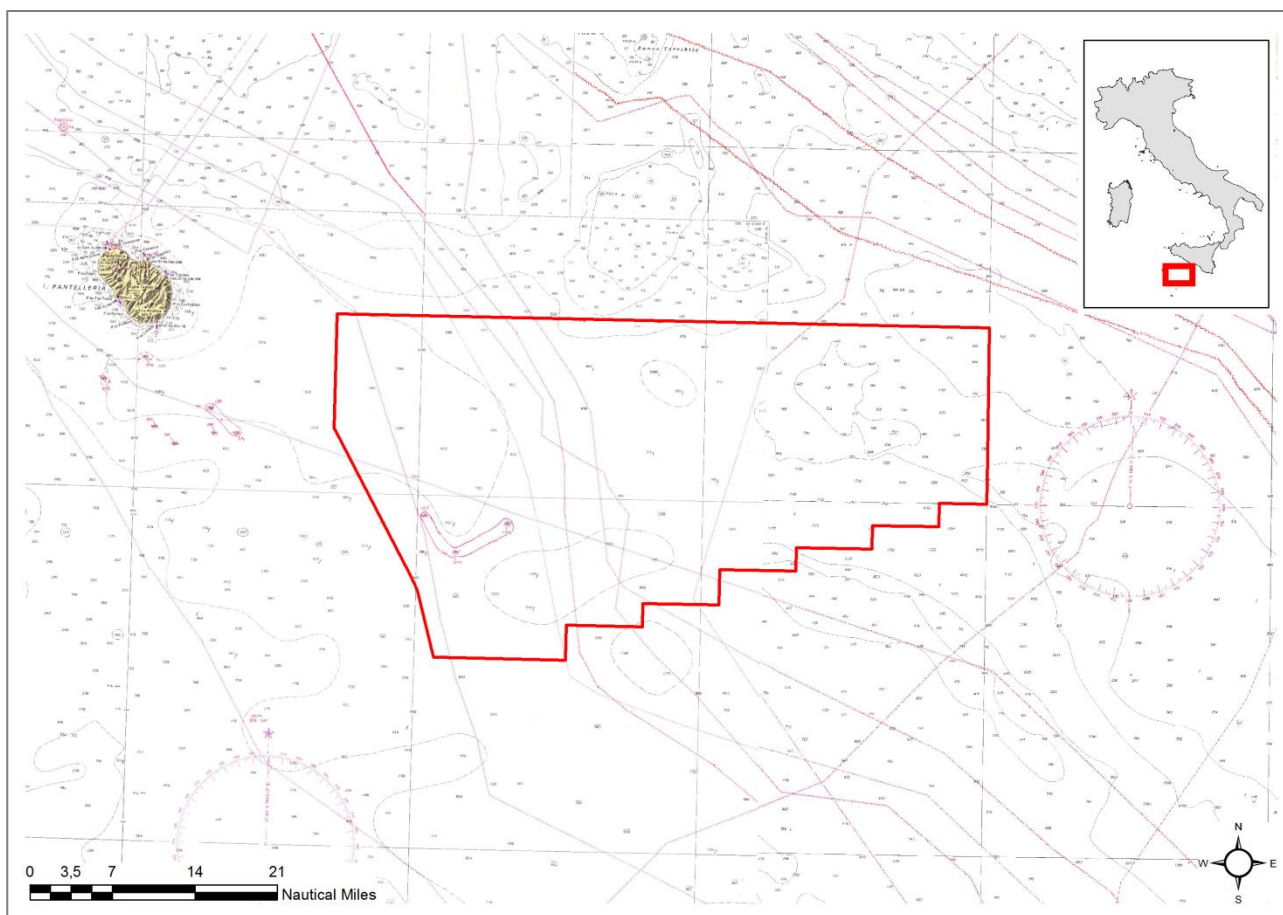


Figura 4.66 – Dettaglio delle rotte nautiche passanti per l'area in istanza di permesso di prospezione

Da tenere in considerazione nel Canale di Sicilia è anche il particolare fenomeno della migrazione. In relazione all'instabilità politica del Nord-Africa, molte sono le persone di diverse etnie che lasciano il continente Africano nella speranza di trovare una migliore condizione di vita. Si tratta per la maggior parte, di individui che attraversano il Canale di Sicilia con mezzi di fortuna e nel 2013, è stato registrato un numero di arrivi nelle coste italiane pari alle 42.925 persone (www.wwf.it).

4.6.5 Pesca

4.6.5.1 Inquadramento Ecologico dell'area

Per la valutazione del settore pesca nello Stretto di Sicilia, al fine di poter adeguatamente valutare eventuali impatti a questo settore dovuti all'attività di prospezione geofisica, abbiamo fatto affidamento sui dati presenti nel volume "Lo Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei Mari Italiani" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali e consultabile interamente dal sito internet: 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 della 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 4.67), 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 11.2 Sardegna Est	26	Mar di Levante meridionale
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 4.67 - 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*)

Le coste meridionali della Sicilia rientrano nella GSA 16, la quale costituisce la porzione più settentrionale dello Stretto di Sicilia (Figura 4.68). Essa si estende per circa 34.000 chilometri quadrati interessando cinque compartimenti marittimi, per uno sviluppo complessivo di circa 425 chilometri di costa. Lo Stretto di Sicilia è delimitato dalle coste meridionali della Sicilia a settentrione, dal Banco Skerki a ponente e dall’isobata dei mille metri a levante, che determina il punto di confine con il Mar Ionio. Lo Stretto è contraddistinto da una complessa morfo-batimetria dei fondali ed è caratterizzato da processi idrodinamici che sono legati agli scambi di masse d’acque tra il bacino Occidentale ed Orientale del Mar Mediterraneo.

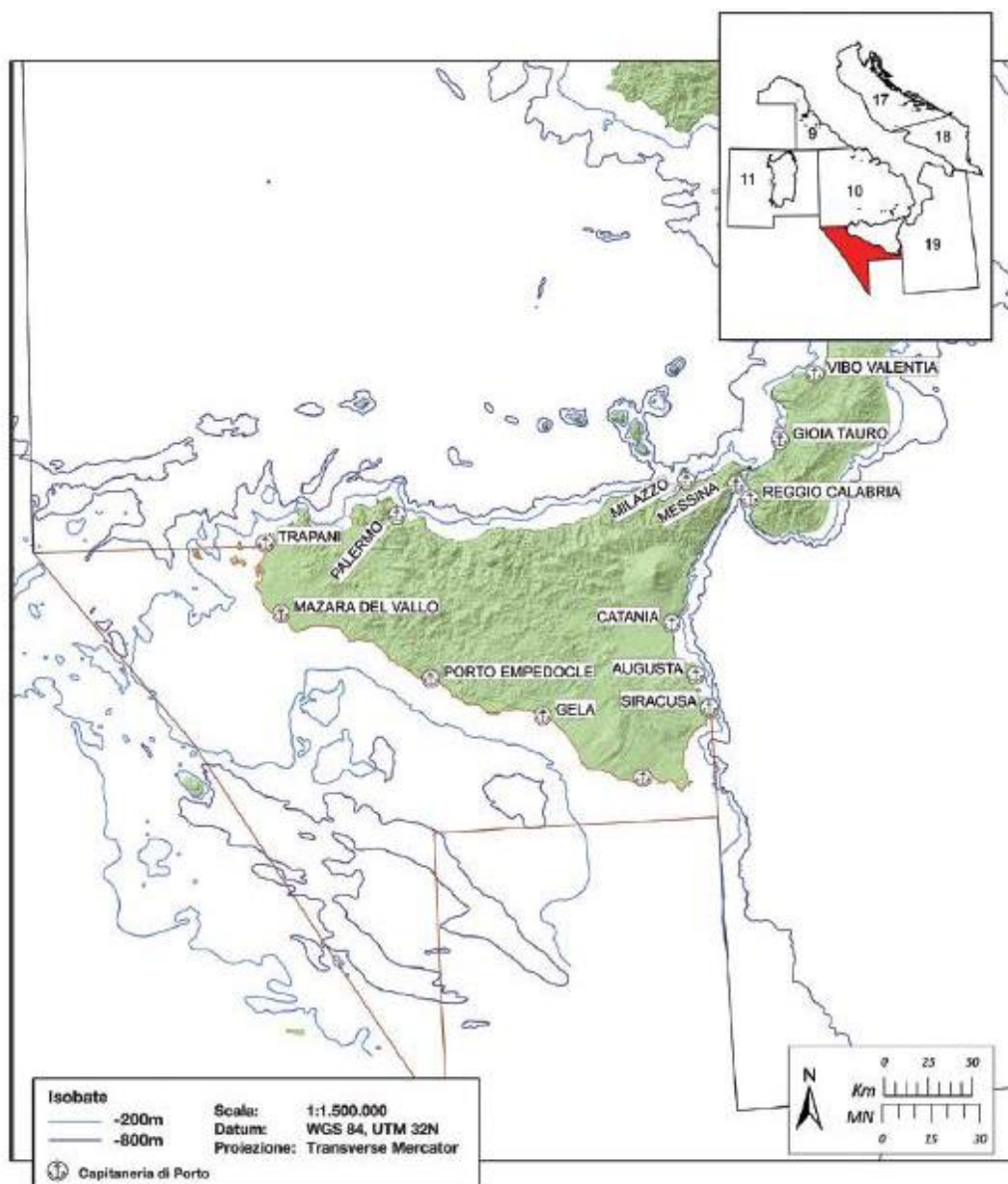


Figura 4.68 - Delimitazione geografica della GSA 16 (fonte: “Lo stato della pesca e dell’acquacoltura dei mari italiani”, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali)

Lo Stretto di Sicilia è caratterizzato da un’elevata produttività biologica, comprese le risorse di pesca, dovuta a vari fattori tra cui:

- Una vasta estensione della piattaforma continentale e la presenza di numerosi banchi al largo;
- L’elevata trasparenza delle acque che consente l’attività fotosintetica, e quindi la produzione primaria, anche a discrete profondità;
- La presenza di vortici e zone di *upwelling* stabili;
- Un’elevata biodiversità dovuta alla natura di confine biogeografico tra i bacini di Levante e Ponente del Mediterraneo

Lungo la costa Siciliana la piattaforma continentale è caratterizzata da due banchi vasti, il “Banco Avventura” ad ovest ed il “Banco di Malta” ad est; questi due banchi sono separati nella parte centrale da una piattaforma stretta. Il profilo della scarpata continentale è ripido ed irregolare tra Sicilia e Tunisia, mentre verso Malta e le coste Libiche declina più dolcemente per poi tornare a ad essere maggiormente ripida nella parte est della Banco di Malta.

Nello Stretto è stata riscontrata un'ampia variabilità biocenotica che spiega, per lo meno in parte, l'elevata biodiversità di quest'area.

4.6.5.2 Tipologie di pesca

Lungo il litorale meridionale siciliano dagli anni settanta in poi si è sviluppata un'importante flottiglia di pesca a strascico grazie alla presenza di ampi fondi strascicabili ed alla elevata pescosità di questo tratto di mare. Infatti, la pesca a strascico costituisce il più importante sistema di pesca dell'area, sebbene in alcune marinerie (Marsala, Porto Empedocle, Licata, Gela, Scoglitti, Pozzallo) siano presenti in misura elevata, in termini di numero d'imbarcazioni, la pesca artigianale e la pesca ai grandi pelagici con i palangari.

L'esame della flottiglia a strascico operante nello Stretto di Sicilia, mostra che lo strascico costiero è presente nelle flottiglie di Porto Empedocle, Sciacca, Licata, Gela, Scoglitti, Pozzallo, Porto Palo di Capo Passero e in circa il 15% delle strascicanti di Mazara del Vallo. Il prodotto di quest'attività è il tipico strascico multispecifico del Mediterraneo. Lo strascico d'altura è, invece, quasi esclusivamente costituito dalle imbarcazioni di Mazara del Vallo con imbarcazioni superiori ai 24 metri, ed ha come specie bersaglio principali, in funzione della stagione e dei fondali, i gamberi e le triglie.

Le strascicanti costiere svolgono la loro attività in uscite giornaliere con 2 cale al giorno di 4-5 ore ognuna ed hanno come specie bersaglio: triglia, merluzzo, pagello, pesce prete, tracina, polpo comune, gambero rosa, scampo, totano, pesce san pietro, razza.

Le strascicanti d'altura, invece, effettuano bordare che possono durare dai 15 ai 30 giorni e sono condotte principalmente nelle acque internazionali dello Stretto, sia sulla piattaforma continentale che nella scarpata fino ai 700-800 metri di profondità. Le principali specie bersaglio di questa pesca sono: triglia (soprattutto di scoglio), gambero rosa e gambero rosso. Possono però essere presenti nel pescato come specie accessorie quelle precedentemente indicate per la pesca sotto costa.

Dal 2004 in poi, a seguito della riduzione dei rendimenti del pescato, è incrementato sempre più il numero di strascicanti che si spostano sui fondali del bacino di levante per la pesca del gambero rosso.

4.6.5.3 Indici di biomassa e densità delle principali specie bersaglio della pesca

Ne "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura dei mari italiani", vengono mostrati gli indici di abbondanza in termini di indici di peso calcolati sugli anni dal 1994 al 2010. I teleostei hanno mostrato l'abbondanza maggiore con una fase di crescita dal 2007 al 2009, senza subire grandi variazioni nell'anno 2010. I pesci cartilaginei hanno assunto un andamento significativamente crescente, mentre i Cefalopodi non hanno mostrato *trend* evidenti né di crescita né di declino. Infine, i crostacei hanno mostrato un *trend* di crescita statisticamente significativo per il periodo esaminato (Figura 4.69).

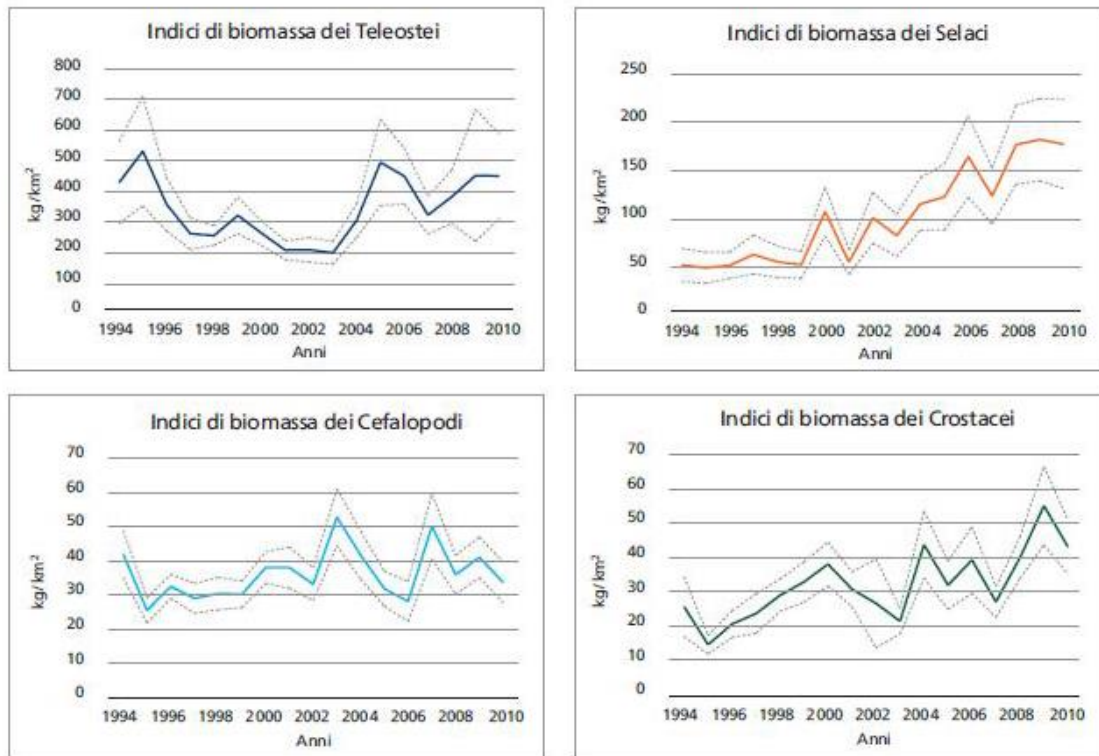


Figura 4.69 - Indici di biomassa (kg/km^2) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali categorie faunistiche: Teleostei, Selacei, Cefalopodi e Crostacei (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" – Capitolo 2)

In Figura 4.70 sono mostrate le serie storiche degli indici di abbondanza delle maggiori specie bersaglio. Per il nasello (*Merluccius merluccius*) viene mostrato un iniziale incremento, che dura fino al 2005, per poi mantenersi su valori elevati negli anni successivi.

Per la triglia di fango (*Mullus barbatus*) e lo scampo (*Nephros norvegicus*) si evidenzia un aumento nella biomassa nell'intero arco di tempo preso in esame.

Per il gambero rosso (*Aristeomorpha foliacea*) invece, l'indice di biomassa non ha evidenziato alcun trend evidente.

Considerando gli indici di abbondanza numerica, il nasello mostra un iniziale decremento seguito poi da una ripresa dell'abbondanza numerica culminante in un picco, nel 2005, e da una successiva decrescita. Nella triglia di fango viene messa in evidenza un elevato indice di abbondanza numerica nel 2003 e nel 2005 dovuta alle fasi di reclutamento di questa specie. Lo scampo mostra un aumento dell'indice numerico fino a raggiungere il culmine nel 2009, dopo di che mostra un inizio di decremento. Il gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*) mostra un andamento ciclico con un ultimo massimo rilevato nel 2009. Il gambero rosso ha mostrato un incremento nel periodo 2007 – 2009 seguito da una marcata diminuzione nell'indice di abbondanza numerica nell'anno 2010.

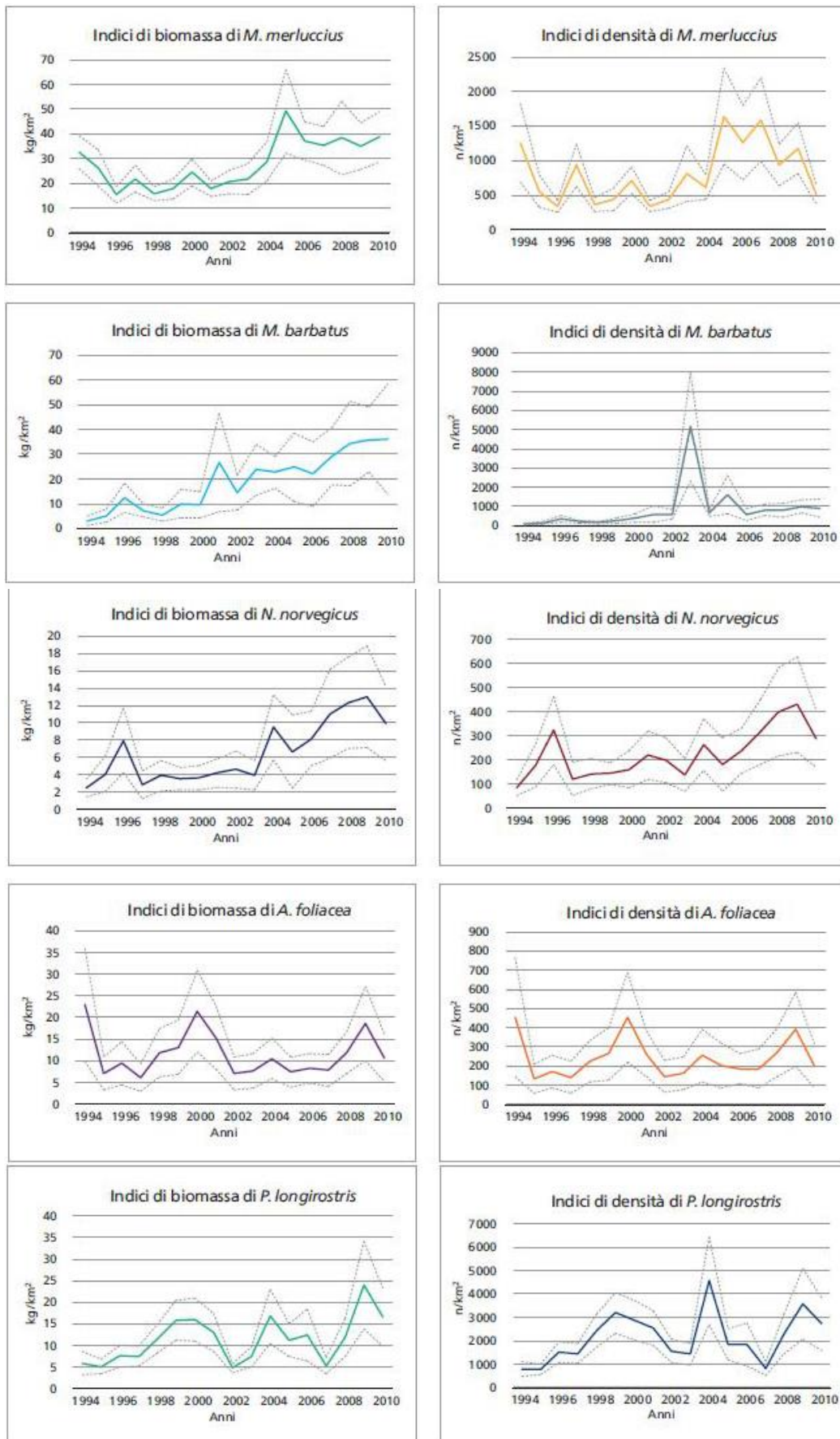


Figura 4.70 - Indici di biomassa (kg/km²) e di densità (n/km²) e relativi limiti di confidenza (linee tratteggiate) delle principali specie bersaglio stimati sul loro areale di distribuzione (fonte: Dati MEDITS 1994-2010, tratti da "Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari Italiani" – Capitolo 2)

4.6.5.4 Le specie maggiormente pescate

Di seguito si portano le specie principalmente pescate nello Stretto di Sicilia.

Triglia di fango e di scoglio (*Mullus barbatus* e *Mullus surmuletus*): 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). *M. surmuletus* si trova in fondali eterogenei, spesso associato a praterie di *P. oceanica*, ed è distribuito in tutto il Mediterraneo e dal Mar del Nord fino 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.

Nello Stretto di Sicilia *M. barbatus* si trova in numero abbondante nei primi 200 metri di profondità, scomparendo quasi del tutto a profondità maggiori. Nel 1999 il maggior numero di individui per chilometro quadrato è stato trovato ad una profondità compresa tra 50 e 100 metri con un valore di 426.

M. surmuletus presenta una distribuzione batimetrica simile a quella di *M. barbatus*, anche con un range batimetrico leggermente più ampio, presentando valori di circa 30 – 50 individui per chilometro quadrato a profondità comprese tra 200 e 500 metri negli anni 1997 e 1998. Ciò nonostante, il numero maggiore di individui rinvenuto è stato a profondità comprese tra i 50 e 100 metri, con un valore massimo di 508 individui per chilometro quadrato nel 1998.

Anche in Ragonese et al. (2004), si riporta per lo Stretto di Sicilia che entrambe le specie vengono catturate quasi esclusivamente nella piattaforma continentale. Inoltre, l'autore indica che la stagione riproduttiva avviene in estate – autunno sia per *M. barbatus* che *M. surmuletus*.

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, in primavera ed autunno nel mar Adriatico e nel mar Ligure, e tre picchi riproduttivi in Tunisia. Mentre lungo le coste Catalane questa specie è capace di riprodursi durante tutto l'arco dell'anno.

Di seguito, in Figura 4.71, verranno riportati i dati ottenuti sulla distribuzione del merluzzo lungo le coste della Sicilia, estrapolati dal lavoro di Orsi-Relini et al. (2002), durante la campagna MEDITS.

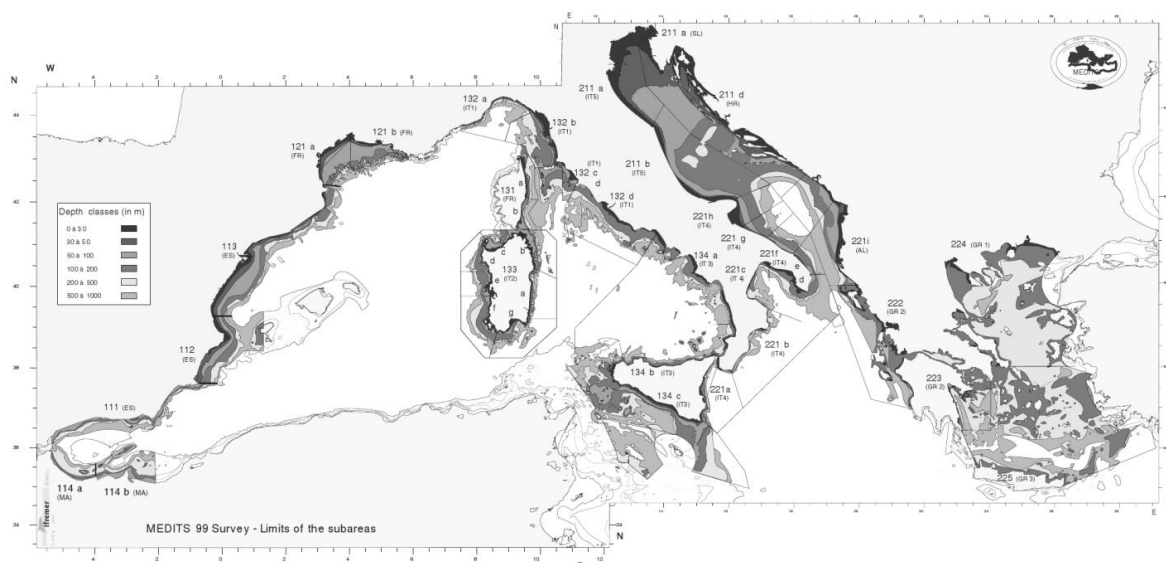


Figura 4.71 - Aree di campionamento delle Campagne MEDITS nel Mediterraneo (fonte: Orsi-Relini et al., 2002)

Tali dati, mostrano che il nasello si trova in numero elevato fino ai 500 metri di profondità, e con valori che superano i 1000 individui per chilometro quadrato a batimetrie comprese tra i 200 ed i 500 metri (anni 1998 e 1999). Oltre tali batimetrie, la presenza di questa specie cala drasticamente arrivando a solo 10 individui presenti (per chilometro quadrato) nell'anno 1999. In Ragonese et al. (2004) si conferma la quasi totale assenza di questa specie sotto i 500 metri di profondità.

Polpo comune (*Octopus vulgaris*): Lo studio di Garofalo et al. (2010) mostra l'analisi dei dati tratti dalle campagne MEDITS e GRUND effettuate nello Stretto di Sicilia per il polpo comune (Figura 4.72). Gli autori indicano che questa specie è ampiamente distribuita in tutta la zona indagata, anche se è maggiormente presente nella porzione sud rispetto a quella centrale e quella nord. I polpi vengono catturati in un range batimetrico che varia tra i 10 ed i 220 metri, però viene indicato che la loro concentrazione maggiore si trova sotto i 100 metri di profondità. In particolare, sia per il reclutamento che per la riproduzione, si hanno dei picchi di concentrazione intorno ai 60 metri di profondità.

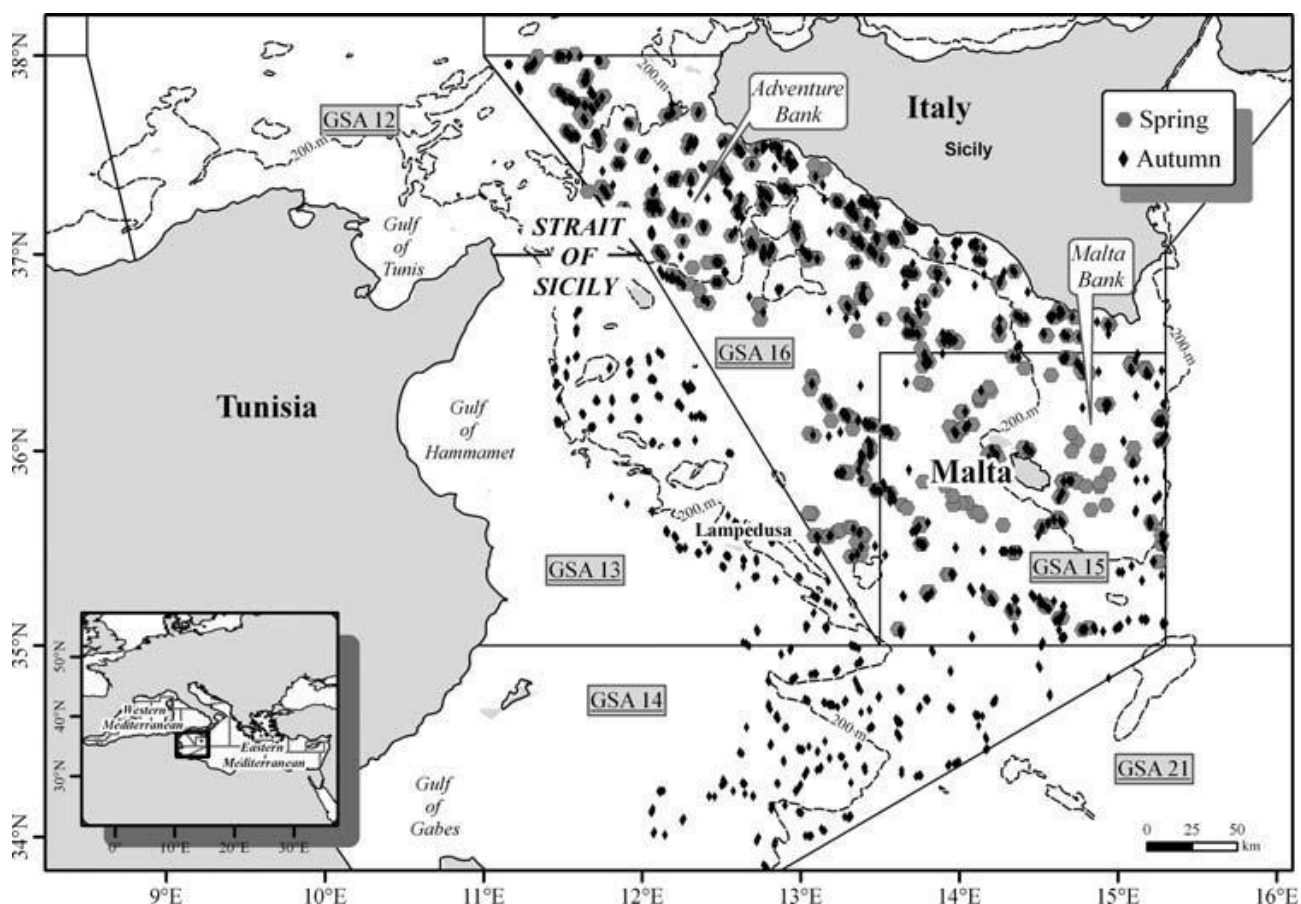


Figura 4.72 - Aree di campionamento del polpo comune, *Octopus vulgaris*, durante le campagne MEDITS e GRUND (fonte: Garofalo et al., 2010)

Nella Figura 4.73 sono mostrate le zone di riproduzione di questa specie nello Stretto di Sicilia ed è possibile notare come esse siano concentrate principalmente nella zona nord – ovest della GSA 16 ed intorno ai 50 metri di profondità. Un'altra zona meno frequente di riproduzione si trova nella parte nord – est dell'isola di Malta.

Le zone di reclutamento, invece, presentano una distribuzione più ampia. Tali zone si trovano sia nella parte nord – ovest dello Stretto che nord - est dell'Isola di Malta (come per le zone di riproduzione), mentre un'altra zona importante di reclutamento si trova a sud dell'isola di Lampedusa.

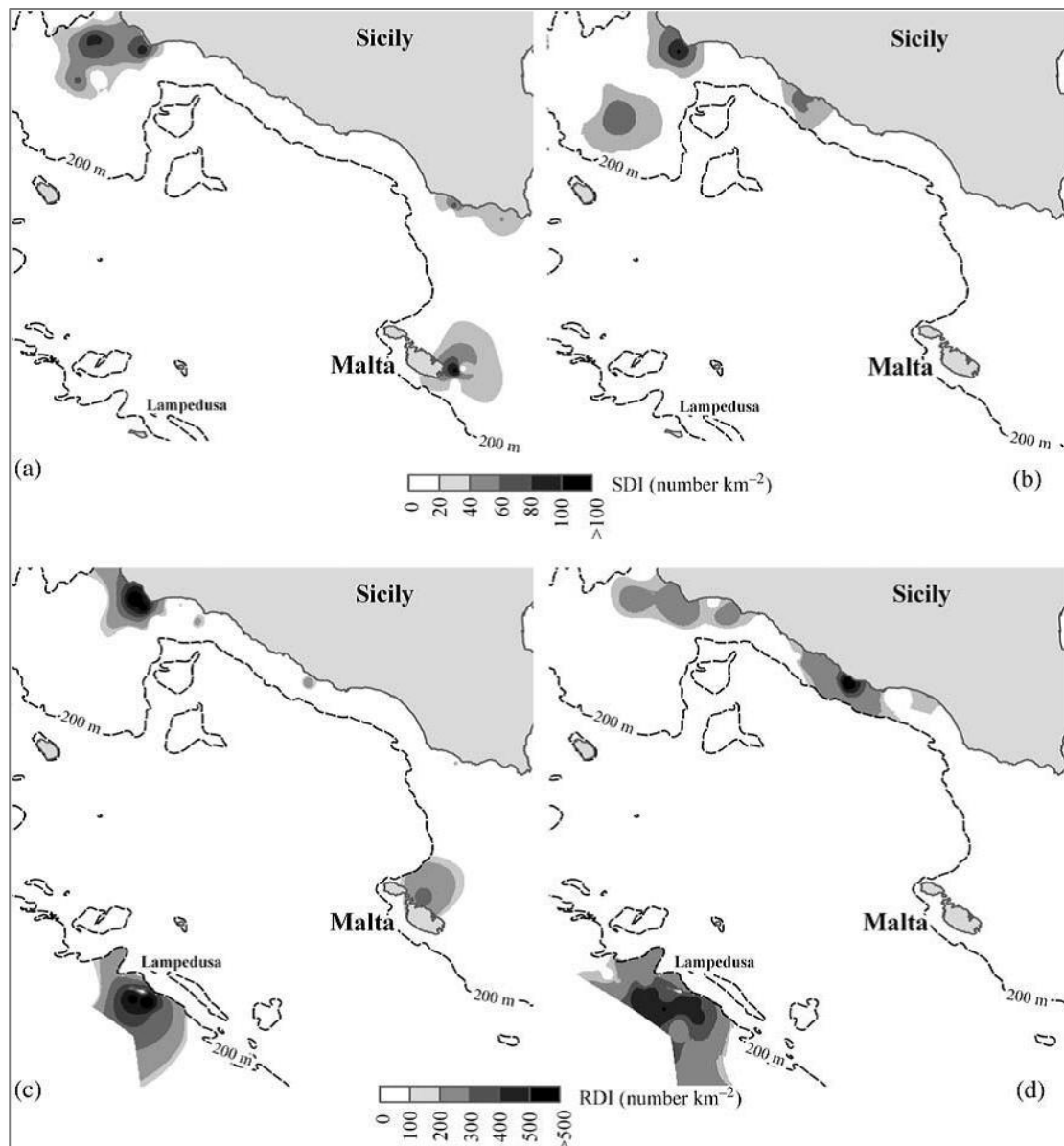


Figura 4.73 - Zone di riproduzione (a, b) e di reclutamento (c, d) per *Octopus vulgaris* (fonte: Garofalo et al., 2010)

Gambero rosa (*Parapenaeus longirostris*): Nello studio di Ragonese et al. (2004), viene mostrata una *review* delle specie demersali presenti nello Stretto di Sicilia, basta sui dati provenienti dalle campagne Grund e MEDITS (Figura 4.74).

In questo lavoro si indica che *P. longirostris* mostra un'ampia distribuzione batimetrica (80 – 700 metri), ma che le zone pescabili si trovano principalmente tra i 100 ed i 500 metri di profondità. Inoltre, viene indicato che la stagione riproduttiva di questa specie avviene in tarda primavera e tardo inverno.

Scampo (*Nephrops norvegicus*): Per lo scampo sono stati trovati pochi dati in letteratura sulla sua distribuzione nello Stretto di Sicilia. In Ragonese et al. (2004), viene riportato, sulla base delle campagne MEDITS e Grund, che questi organismi vengono pescati quasi esclusivamente nella parte alta della scarpata continentale. Inoltre, sempre nello stesso studio, viene indicato che il periodo riproduttivo avviene in estate e autunno.

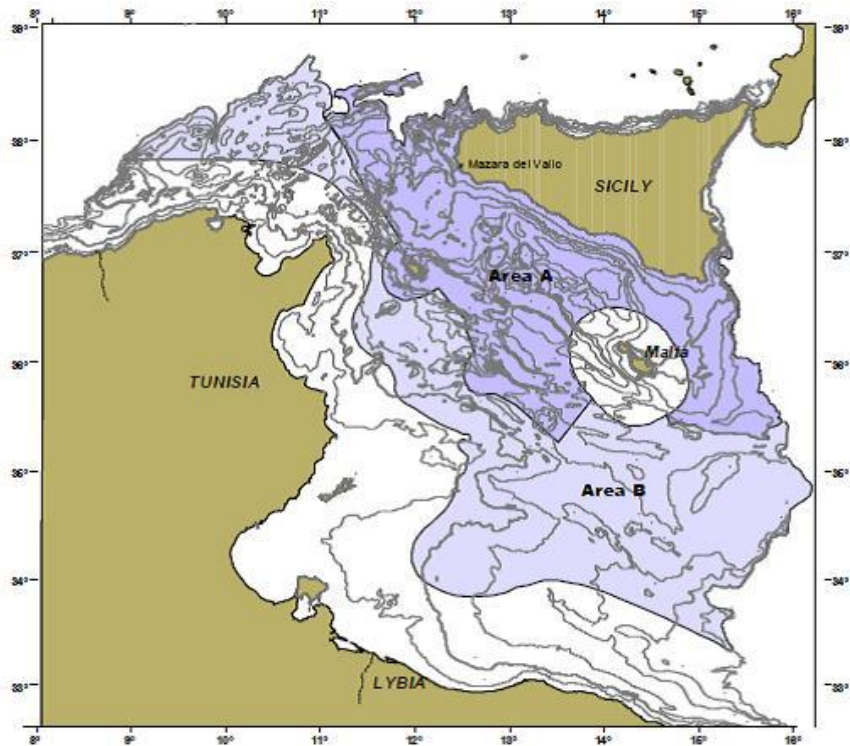


Figura 4.74 - Aree di campionamento durante le campagne MEDITS e Grund nello Stretto di Sicilia (l'area B indica i campionamenti effettuati durante la sola campagna Grund negli anni 1997, 1998, 2000, 2001)(fonte: Ragonese et al., 2004)

Gambero rosso (*Aristeomorpha foliacea*): In Cau et al. (2002) sono stati analizzati i dati a riguardo del gambero rosso, provenienti dalla campagna MEDITS effettuata nello Stretto di Sicilia (Figura 4.75). Nello studio viene indicato che l'abbondanza maggiore di *A. foliacea* si ritrova tra i 500 e gli 800 metri di profondità. Questo dato è confermato anche dal lavoro di Ragonese et al. (2004), in cui si indica che solo occasionalmente questa specie viene catturata tra i 150 ed i 250 metri di profondità.

Sempre in Ragonese et al. (2004) viene indicato che la stagione riproduttiva per il gambero rosso avviene in estate – autunno (Ragonese, 2004).

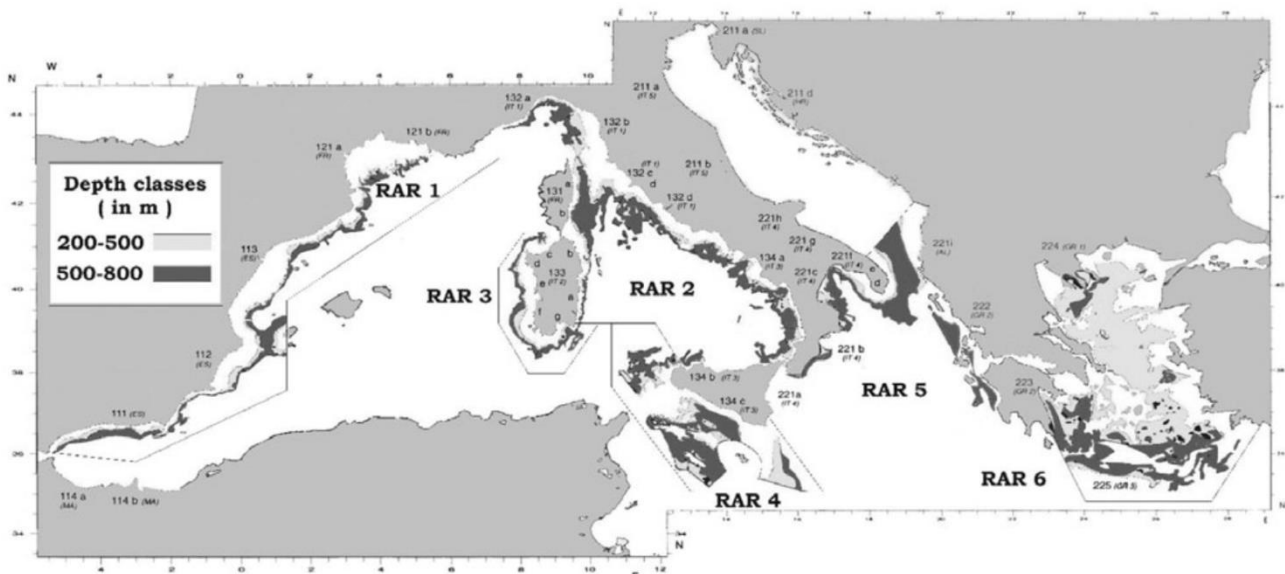


Figura 4.75 - Aree di campionamento nel Mediterraneo del gambero rosso, *Aristeomorpha foliacea*, durante la campagna MEDITS (fonte: Cau et al., 2002)

5 ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI

Nel presente capitolo si procederà all'individuazione ed alla valutazione degli impatti potenziali che potrebbero verificarsi sulle componenti ambientali presenti nell'area in oggetto durante la campagna di acquisizione geofisica, condotta mediante l'utilizzo dell'*air-gun*.

L'attività di prospezione si svolgerà all'interno di uno specchio d'acqua sito nel Canale di Sicilia, ad una distanza minima di oltre 12 miglia nautiche dalle coste sud-occidentali dell'isola ed il programma lavori prevede una fase operativa della durata stimata di 145 giorni.

La nave di acquisizione percorrerà l'area oggetto di indagine seguendo un tracciato prestabilito, nel corso del quale registrerà i profili geofisici grazie ad una particolare strumentazione. Una volta terminato il rilievo, l'imbarcazione abbandonerà definitivamente la zona; infatti, l'attività non prevede la costruzione di alcuna opera o edificazione, né a mare né a terra, ma si limiterà all'occupazione fisica della nave e delle barche d'appoggio, che terminerà al cessare delle operazioni.

Come precedentemente descritto, il progetto risulta, nel suo complesso, compatibile con quanto previsto dai vincoli normativi vigenti al momento della stesura di questo studio ambientale.

Per la stima degli impatti potenziali, il capitolo è stato strutturato in diverse sezioni. Innanzitutto, l'attività proposta è stata scomposta in diverse azioni, in modo da evidenziare se una delle fasi di progetto presenti maggiori criticità rispetto alle altre. Successivamente, in riferimento ad ognuna delle azioni di progetto, sono stati individuati i fattori di perturbazione, che rappresentano le possibili interferenze con l'ambiente e, quindi, con le componenti ambientali interessate. Una volta individuati gli impatti potenziali indotti dall'attività, si è proceduto alla stima degli stessi per valutarne l'entità, basandosi su criteri ben definiti, mediante l'utilizzo del metodo delle matrici di valutazione quantitative. Ogni componente ambientale è stata dunque analizzata, sia dal punto di vista qualitativo, con l'individuazione e la descrizione degli impatti ad essa associati, che dal punto di vista quantitativo, elaborando la corrispondente matrice bidimensionale.

5.1 Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti e componenti ambientali interessate

In questo capitolo, con lo scopo di identificare i fattori di perturbazione delle varie azioni di progetto e le componenti ambientali interessate, si considererà la sola fase operativa di acquisizione di dati di sottosuolo attraverso l'impiego di metodi geofisici, in quanto rappresenta l'unica attività che potrebbe determinare un impatto sull'ambiente.

Il progetto, infatti, sarà completato da una serie di altre attività che verranno svolte interamente presso gli uffici della Schlumberger e che, seppur connesse alla registrazione dei dati geofisici, non prevedono l'esecuzione di alcuna azione che possa in qualche modo produrre impatti ambientali nell'area oggetto di indagine.

5.1.1 Azioni di progetto

La fase operativa di acquisizione di dati geofisici verrà svolta grazie ad una particolare strumentazione trainata dalla nave di prospezione, la quale percorrerà l'area da indagare accompagnata da una o due imbarcazioni di supporto. Questa fase operativa può essere scomposta in varie azioni, quali:

1. 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;

2. 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*;
3. 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

Di seguito, per ognuna delle azioni di progetto previste per lo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica, sono stati individuati una serie di fattori di perturbazione che rappresentano le possibili interferenze con le componenti ambientali dell'area oggetto di indagine.

In Tabella 5.1 si riportano i principali fattori di perturbazione che si ritiene possano incidere sulle varie componenti ambientali, relative alle varie azioni di progetto:

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 <i>streamers</i> ed <i>air-gun</i>	<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

I rifiuti organici prodotti dalle navi impiegate verranno opportunamente trattati secondo la convenzione Marpol 73/78.

Si sottolinea che la produzione di rifiuti rientra nel fattore di perturbazione indicato come "scarichi di reflui a mare", e che non è prevista la produzione di rifiuti strettamente correlati all'attività di prospezione in oggetto. Poiché tutti i rifiuti derivanti dalla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo saranno raccolti separatamente e trasportati a terra per il recupero/smaltimento in idonei impianti autorizzati, la voce non è stata inserita in Tabella 5.1, ma il fattore di perturbazione connesso è stato valutato in riferimento alla loro gestione e, quindi, alla presenza di mezzi navali adibiti al trasporto degli stessi. Pertanto la perturbazione connessa alla gestione dei rifiuti è inclusa tra i vari fattori legati alla movimentazione dei mezzi di supporto all'acquisizione.

5.1.3 Componenti ambientali interessate

Gli elementi di cui è composto il sistema ambientale che sono suscettibili di modifiche causate dalle attività in progetto prendono il nome di "ricettori di impatto" e risultano suddivisi in cinque categorie: atmosfera, ambiente idrico, biodiversità ed ecosistemi, contesto socio-economico e paesaggio.

Allo scopo di evidenziare il livello in cui agiscono le diverse attività del progetto, le componenti ambientali sono state a loro volta scomposte in sub-componenti, in relazione ai fattori di perturbazione eventualmente indotti.

Le componenti ambientali e le relative sub-componenti coinvolte dalle diverse azioni di progetto sono riportate in Tabella 5.2.

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, dovuto all'occupazione dello specchio d'acqua
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

Si sottolinea che per l'elaborazione della Tabella 5.2 sono state prese in considerazione anche componenti ambientali che non risultano però coinvolte nel caso del progetto in esame, quali suolo e sottosuolo, salute pubblica e turismo.

Relativamente a suolo e sottosuolo, si è ritenuto di escludere l'eventuale interazione con il fondo marino, in quanto la strumentazione necessaria all'attività di acquisizione geofisica opera ad una profondità di poche decine di metri dalla superficie del mare e non prevede alcuna interazione diretta con il fondale. Il tipo di attività, infatti, non è in grado di determinare in alcun modo modifiche all'assetto geologico strutturale del sottosuolo, e nemmeno alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti marini. Inoltre, il programma lavori connesso al permesso di prospezione consente esclusivamente l'attività di ricerca tramite rilievi geofisici, non prevedendo in nessun momento attività di perforazione e/o estrazione di alcun materiale, sia

esso liquido, solido o gassoso. Ciò esclude aprioristicamente la possibilità di favorire fenomeni in grado di generare processi di subsidenza nel sottofondo marino dell'area.

L'unica azione che potrebbe ripercuotersi sul sottofondo marino e/o sugli organismi bentonici che vivono sul fondale è l'eventuale ancoraggio delle navi, il quale, però, non è previsto in alcuna fase dell'acquisizione. La metodologia di acquisizione, infatti, non consente alla nave di acquisizione di fermarsi, in quanto la strumentazione tecnica trainata impone a tutte le imbarcazioni di permanere in movimento per tutta la durata dell'attività. L'unico momento in cui le navi saranno ancorate sarà al loro rientro in porto.

Inoltre, è possibile escludere con ragionevole certezza anche l'eventuale interazione indiretta con il sottosuolo, come ad esempio la sismicità indotta. Infatti, 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.

L'attività di prospezione non prevede alcuna emissione di radiazioni ionizzanti e/o non ionizzanti, né l'impiego di materiali e/o fluidi potenzialmente nocivi, dunque in termini di salute pubblica non si prevede alcun rischio per la popolazione, la quale non sarà esposta ad alcun tipo di interferenza in grado di determinare effetti sulla salute umana. Gli unici ricettori sensibili che potrebbero eventualmente risentire di possibili effetti generati dall'attività sono rappresentati dall'equipaggio della nave di acquisizione, che però sarà tutelato dal rischio di potenziali impatti sulla salute attraverso l'utilizzo obbligatorio degli appropriati dispositivi di sicurezza individuale (DPI), la messa in opera di ogni pratica in conformità con i più alti standard in materia di sicurezza e salute e quanto previsto dalla legislazione vigente in materia.

A causa della notevole distanza dalla costa dell'area di progetto si escludono eventuali effetti sul comparto turistico della zona o delle coste limitrofe derivanti dalla presenza delle navi impiegate durante il rilievo. Si sottolinea, inoltre, che le operazioni verranno svolte indicativamente nel periodo autunnale-invernale, ossia al di fuori del periodo di stagione turistica caratterizzato da maggior affluenza costiera, e che avverranno al di fuori dell'orizzonte visibile, pertanto, finché i mezzi saranno in mare aperto, non vi sarà alcuna percezione possibile da parte di osservatori posti sulle coste limitrofe.

Anche la movimentazione dei mezzi dal porto di riferimento all'area oggetto di indagine, in considerazione dell'esiguo numero di mezzi previsto e di viaggi, non determinerà variazioni significative rispetto alla situazione attuale del traffico marittimo.

5.2 Identificazione degli impatti ambientali

L'impatto è definito come qualunque cambiamento, reale o percepito, negativo o benefico, derivante in tutto o in parte dallo svolgimento dell'attività. Ogni attività umana può generare una vasta gamma di impatti potenziali, che possono essere di diverso tipo:

- Diretti, ossia impatti che derivano da un'interazione diretta tra l'attività in progetto e le componenti ambientali interessate;
- Indiretti, cioè impatti generati come conseguenza di successive interazioni dell'impatto diretto su altre componenti collegate ad esso;
- Cumulativi, impatti che agiscono insieme ad altri (compresi quelli di future attività concomitanti o programmate da terze parti) che influenzano le stesse componenti ambientali.

5.2.1 Interazioni tra le azioni di progetto e le componenti ambientali

Una volta individuate le diverse azioni di progetto potenzialmente impattanti e le componenti ambientali interessate, è stato possibile identificare i tipi di interazione tra le stesse, che sono stati poi riassunti in Tabella 5.3. Nella tabella gli impatti sono classificati in relazione alla propria natura: quelli diretti sono indicati con la lettera "D", mentre quelli indiretti con la lettera "I".

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

La valutazione degli impatti ambientali è stata effettuata utilizzando il metodo delle matrici di valutazione quantitative, che consiste nell'utilizzo di tabelle bidimensionali ed è uno dei metodi più utilizzati in quanto consente di unire l'immediatezza visiva della rappresentazione grafica delle relazioni causa-effetto alla possibilità di introdurre nelle celle una valutazione degli impatti.

La valutazione dei possibili impatti ambientali con questa metodologia permette non solo di avere un quadro più chiaro delle interazioni tra le attività e l'ambiente, ma anche di evidenziare se, eventualmente, una delle fasi di progetto presenti più criticità rispetto alle altre.

Il metodo prevede l'inserimento, all'interno delle tabelle, della lista delle attività di progetto previste per la realizzazione dell'opera, che sarà poi messa in relazione ad una lista di componenti ambientali per identificarne le potenziali aree di impatto. Per ogni intersezione tra gli elementi delle due liste è possibile valutare il relativo effetto assegnando un valore, determinato in base alla scala scelta e giustificata, come mostrato nella Tabella 5.4. Si ottiene così una rappresentazione bidimensionale delle relazioni causa-effetto tra le attività di progetto ed i fattori ambientali potenzialmente suscettibili di impatti.

Allo scopo di quantificare l'importanza di ogni impatto prodotto dall'operazione in oggetto sono state analizzate diverse componenti, ossia:

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, cioè 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.

A ciascuna componente di impatto sopraelencata è stato poi 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

Il totale dei punteggi ottenuto dalla somma delle colonne determina la significatività dell'impatto sulle componenti ambientali analizzate, il quale può essere classificato per livelli come riportato in Tabella 5.5.

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

Questo capitolo ha lo scopo di descrivere e valutare gli impatti potenziali che potrebbero verificarsi sulle componenti ambientali presenti all'interno dell'area in oggetto durante la campagna di acquisizione geofisica, condotta con l'utilizzo dell'*air-gun*.

Come accennato in precedenza, per la stima degli impatti è stato utilizzato il metodo delle matrici quantitative, che prevede l'individuazione e la stima, per ciascun elemento della matrice, di un indice di valore che definisce numericamente l'intensità dell'impatto della specifica azione di progetto sulla data componente ambientale. Lo scopo di una matrice quantitativa è di ottenere valori confrontabili tra loro e quindi in forma adimensionale.

Dopo la compilazione della matrice, assegnando i valori relativi per ogni componente d'impatto, si è proceduto alla somma dei valori presenti nelle righe, in modo tale da ottenere una visione d'insieme degli effetti che ogni fase in cui è stato scomposto il progetto potrebbe produrre sull'ambiente.

5.4.1 Impatto sulla componente atmosfera

Di seguito verrà analizzato e stimato l'impatto sulla componente atmosfera derivante dalle emissioni generate dall'attività in progetto, in base ai mezzi navali utilizzati durante la prospezione.

Per le specifiche dei mezzi si rimanda all'apposito capitolo, dettagliatamente descritto nel quadro di riferimento progettuale.

5.4.1.1 Stima delle emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera, generate nel corso delle attività di acquisizione, sono legate essenzialmente allo scarico di gas dei motori e dei generatori, alimentati a MGO (Gasolio marino) utilizzati dalla nave di acquisizione e dalle navi da supporto/inseguimento.

In Tabella 5.6 sono riportate le stime dei consumi ed emissioni per ogni nave; si ricorda che potranno essere utilizzate o la nave "WG Magellan" oppure la nave "Geco Eagle", in funzione delle tempistiche.

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
Magellan (3D survey)	145 giorni	Gasolio marino (MGO)	870	25.5	3697.5	0.022	3.19
Geco Eagle (3D survey)	145 giorni	Gasolio marino (MGO)	870	42	6090	0.036	5.22
Nave da supporto	145 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	4	580	0.004	0.58
Nave da inseguimento	145 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	3	435	0.003	0.44

Tabella 5.6 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂ (fonte: Schlumberger)

Altre fonti inquinanti derivanti dalla combustione del carburante sono rappresentate dalle emissioni di gas serra, come NO_x, SO₂, CO₂ e particolato (PM).

Ulteriore 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, 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.

Tutte le navi WesternGeco funzionano con Gasolio marino, che offre notevoli vantaggi ambientali in termini di emissioni atmosferiche rispetto ai combustibili pesanti (*Heavy Fuel Oil*), come mostrato in Tabella 5.7.

	Gasolio marino (MGO)	Combustibile pesante (<i>Heavy Fuel Oil</i>)
CO₂	2830 g	3090 g
CH₄	0.3 g	0.3 g
NO_x	0.07 g	0.08 g
SO_x	0.02% in peso	1.7% in peso

Tabella 5.7 – Confronto tra le emissioni atmosferiche dei due tipi di carburante: Gasolio marino (MGO) e Combustibile pesante (*Heavy Fuel Oil*) (fonte: WesternGeco)

Come si evince dalla tabella, le navi di acquisizione dotate di motori a combustibile pesante emettono circa il 9% in più di gas serra rispetto di quelle equipaggiate con motori a Gasolio marino, e più significativamente, emettono almeno l'800% in più di ossidi di zolfo.

5.4.1.2 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Si ritiene opportuno sottolineare che a bordo della nave di acquisizione, della nave da inseguimento e di quella di appoggio saranno regolarmente controllati i fumi di scarico per l'efficienza dei sistemi di combustione, e che saranno acquisite le necessarie certificazioni di conformità alle emissioni di inquinanti atmosferici.

La natura di carattere temporaneo della campagna geofisica (circa 145 giorni), porterà alla generazione di emissioni in atmosfera strettamente legate alla durata delle operazioni ed alla posizione della nave, diluite su una vasta area all'interno dell'istanza di permesso di prospezione. Tale area si trova localizzata a notevole distanza dalla costa e da potenziali ricettori sensibili quali, ad esempio, le comunità costiere.

In conclusione, si ritiene di escludere l'eventualità di ricadute critiche in mare e/o in terra tali da determinare un'alterazione della qualità dell'aria derivante dall'esecuzione delle attività proposte impiegando un numero così esiguo di mezzi. L'impatto potenziale sulla componente atmosfera, di conseguenza, è da ritenersi estremamente basso, considerato che non vi sono punti emissivi fissi e che l'unico impatto in atmosfera può derivare dalle emissioni prodotte dai mezzi navali impiegati, del tutto assimilabile a quelle emesse da imbarcazioni e pescherecci che abitualmente transitano nella zona.

Di seguito, in base ai criteri descritti nei precedenti paragrafi, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'alterazione della componente ambientale atmosfera.

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

L'impatto generato sulla componente atmosfera, come evidenziato dalla matrice, risulta di bassa entità, in quanto a breve termine, poco esteso e circoscritto ad un limitato intorno dell'area, inoltre non agisce su ricettori sensibili, è totalmente reversibile e può essere mitigato dalle modalità operative e dalle certificazioni dei mezzi impiegati.

5.4.2 Impatto sulla componente ambiente idrico

I fattori di perturbazione che potrebbero determinare potenziali variazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque nell'intorno dell'area oggetto di studio sono quelli derivanti da scarichi di reflui a mare, dovuti alla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo.

Sulle navi impiegate per la campagna di acquisizione geofisica vengono di norma prodotti diversi tipi di rifiuti. Nei seguenti paragrafi saranno riportati quelli previsti per l'attività proposta e la relativa metodologia di trattamento.

5.4.2.1 Stima dei rifiuti e scarichi

Vari tipi di rifiuti vengono generati durante indagini geofisiche in mare aperto.

Nella Tabella 5.8 sono indicati i rifiuti tipicamente generati ed il trattamento previsto, con relativo metodo di smaltimento o stoccaggio, mentre le specifiche delle diverse attrezzature omologate (IOPP) per le diverse imbarcazioni sono riassunte in Tabella 5.9 e in Tabella 5.10.

Tipo di rifiuti	Metodi di gestione / smaltimento
Rifiuti domestici/rifiuti come carta da macero, plastica, legno, vetro, ecc.	Raccolti e inceneriti a bordo o trasportati a riva e smaltiti in una discarica opportunamente autorizzata.
Rifiuti di cibo provenienti dalla cambusa	Raccolti e inceneriti a bordo (o macerati a <25mm e scaricati in mare se la distanza da terra è maggiore di 12 miglia marine).
Depurazione delle acque nere	Raccolti, trattati a bordo e scaricati in mare.
Olio usato, rifiuti e filtri	Olio usato e rifiuti verranno raccolti e inceneriti a bordo, i filtri raccolti a bordo e trasportati a riva per il riciclaggio.
Rifiuti pericolosi e chimici come le batterie al litio, cartucce di toner, ecc.	Smaltimento a terra.
Fusti e contenitori vuoti, che potrebbero contenere residui contaminanti	Trasportato a riva e riciclati ove possibile, altrimenti smaltiti in un impianto di discarica opportunamente autorizzato.
Ceneri dell'inceneritore	Raccolte a bordo e trasportate a riva per lo smaltimento in discariche autorizzate.

Tabella 5.8 – Possibili rifiuti prodotti durante la navigazione e le varie fasi operative in nave (fonte: Schlumberger)

Magellan – Attrezzatura omologata IOPP (<i>International Oil Pollution Prevention</i>)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti	TeamTec OG 200 C, 465 kW
Sentina per olio e acqua	Skit/S-DEB 2.5 (RWO Marine Waater Technology)
Capacità dei serbatoi per emulsioni, fanghi e acque nere	Sentina 17 m ³ , Sentina ausiliaria 17.6 m ³ , Fanghi 10.4 m ³
Oil Spill Absorbent/Damage Control	Barriere anti-inquinamento, Pads adsorbenti, KIT CGE CONTROL
Impianto di depurazione	DVZ-SKA-70 Biomaster

Tabella 5.9 – Specifiche delle diverse attrezzature a bordo della Magellan per il trattamento dei rifiuti (fonte: WesternGeco)

Geco Eagle – Attrezzatura omologata IOPP (<i>International Oil Pollution Prevention</i>)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti	TeamTec OGS200
Sentina per olio e acqua	SKIT/S-DEB 5 m ³ /h
Capacità dei serbatoi per emulsioni, fanghi e acque nere	48 metri ³
Oil Spill Absorbent/Damage Control	OIL SPILL KIT
Impianto di depurazione	DVZ-SKA-70 Biomaster

Tabella 5.10 – Specifiche delle diverse attrezzature a bordo della Geco Eagle per il trattamento dei rifiuti (fonte: WesternGeco)

Tutte le navi WesternGeco sono in possesso di piani di emergenza in caso di sversamento di olio o inquinanti (*Shipboard Oil/Marine Pollution Emergency Plans*). Eventuali incidenti di fuoriuscita o quasi incidenti sono segnalati nel registro con le relative azioni correttive.

5.4.2.2 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Tutti i mezzi impiegati nel corso dell'acquisizione saranno conformi a quanto previsto dalla MARPOL (Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi) e dalle relative regole di protezione marina. Inoltre, saranno in possesso delle attuali certificazioni internazionali per la prevenzione dell'inquinamento da idrocarburi (IOPPCs), per la prevenzione di inquinamento da acque reflue (ISPPCs) e delle assicurazioni di responsabilità necessarie.

I fattori di perturbazione che potrebbero determinare potenziali variazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque nell'intorno dell'area oggetto di studio sono quelli derivanti da scarichi di reflui a mare, dovuti alla gestione e presenza dell'equipaggio a bordo. Si ricorda, peraltro, che l'eventuale scarico sarà successivo al processo di trattamento, così come previsto dalla normativa vigente.

L'immissione in mare di tali scarichi tuttavia sarà circoscritta, di carattere temporaneo ed opportunamente trattata, per cui potrà essere considerata un fattore poco rilevante, anche grazie all'elevata capacità di diluizione dell'ambiente marino circostante e la distanza da potenziali ricettori sensibili, come ad esempio le popolazioni costiere.

La natura di carattere temporaneo della campagna geofisica e l'ubicazione in mare aperto su una vasta area, a notevole distanza dalla costa, rendono inoltre l'impatto estremamente basso e del tutto trascurabile. Pertanto, si ritiene di escludere ricadute critiche in mare tali da determinare un'alterazione della qualità delle acque derivante dall'esecuzione delle attività proposte impiegando un numero così esiguo di mezzi, quali la nave di acquisizione, quella di appoggio e quella da inseguimento.

In base ai criteri descritti nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito la matrice quantitativa riferita all'alterazione della componente ambiente idrico, compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte.

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

La matrice evidenzia che l'impatto generato sulla componente ambiente idrico risulta di entità trascurabile, in quanto a breve termine, lievemente esteso, non agisce su ricettori sensibili, è totalmente reversibile e mitigato dalle modalità operative e dalle certificazioni dei mezzi impiegati.

5.4.3 Impatto sulla componente clima acustico marino

Le onde acustiche sono onde meccaniche longitudinali che si propagano, a partire dalla sorgente, in tutte le direzioni dello spazio tridimensionale. Le molecole investite dall'onda vibrano lungo il raggio di propagazione e quindi nella stessa direzione di propagazione dell'onda, provocando fasi alternate di compressione, alta densità e pressione, e di rarefazione, bassa densità e pressione, del mezzo attraversato. La propagazione dell'onda non dà luogo ad alcun trasporto di materia, ma consiste semplicemente nella propagazione di una vibrazione delle particelle del mezzo attraversato.

L'ambiente marino è caratterizzato da un'ampia varietà di segnali sonori, che si differenziano per origine, intensità, caratteristiche spettrali ecc., originando un sistema piuttosto complesso dal punto di vista acustico. Le principali sorgenti acustiche in mare possono essere:

- Di origine naturale, cioè provocate da mammiferi marini, moto ondoso, piogge, terremoti, frane sottomarine;
- Di origine antropica, dovute a traffico navale, lavori di costruzione ed attività costiere, ecoscandagli, sonar militari e civili, indagini geofisiche ed esperimenti oceanografici, generatori eolici, ecc.

Lo studio condotto negli anni Sessanta da Wenz (Wenz, 1962) sul rumore ambiente nei sistemi marini, uno dei primi studi in materia e tutt'oggi ancora valido punto di riferimento, è riassunto in Figura 3.15. Da questa immagine si può notare come le varie sorgenti naturali, a carattere sia intermittente che continuo, abbraccino una porzione considerevole dello spettro sonoro, andando dai pochi Hz fino alle centinaia di kHz.

In aree caratterizzate da alto traffico navale, il rumore di fondo delle navi può raggiungere livelli tra 170 e 200 dB re 1 μ Pa.

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 così riflesso viene poi processato per ottenere informazioni riguardo alla struttura e alla composizione delle formazioni geologiche del sottosuolo.

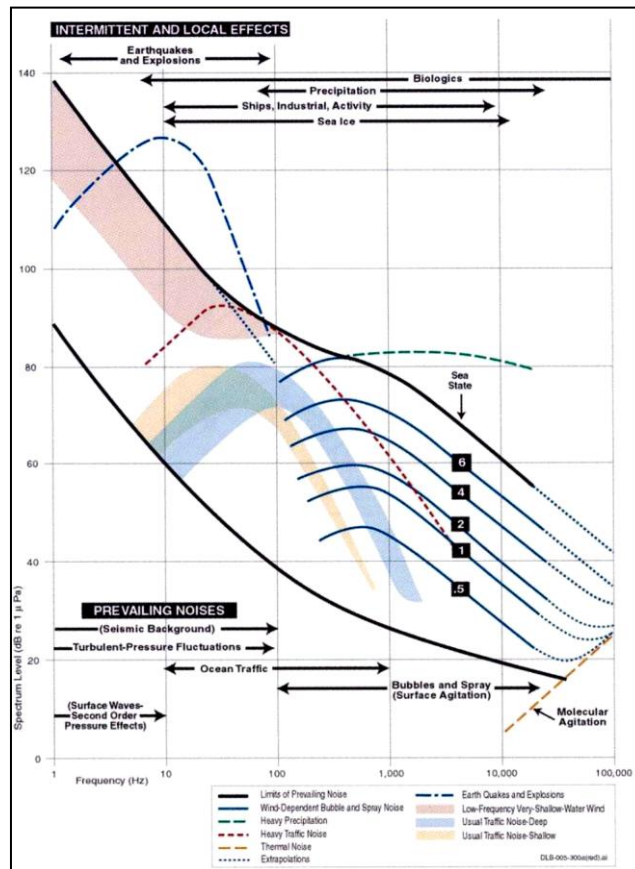


Figura 5.1 – Curve di Wenz: l'asse verticale mostra i valori dei livelli sonori (dB re 1 μ Pa), mentre quello orizzontale le frequenze (fonte: Wenz, 1962)

Per rendersi realmente conto, sia qualitativamente che quantitativamente, delle emissioni acustiche che un'attività di prospezione geofisica può generare nell'ambiente marino circostante, si demanda al sito web www.sonsdemar.eu, nel quale è possibile udire diverse fonti sonore potenzialmente presenti in mare a confronto.

Di seguito sarà analizzato ed infine stimato l'impatto acustico derivante dalle emissioni sonore generate dall'attività in progetto, in base ai parametri di acquisizione previsti.

Per la modellizzazione dei responsi degli *array* di *air-gun* e per stimare l'impatto acustico ambientale sui mammiferi marini è stato impiegato il modello matematico Gundalf (www.gundalf.com), largamente utilizzato negli studi di settore. Questo modello è il frutto di 15 anni di ricerche nel settore e tiene in considerazione tutte le interazioni fra i vari *air-gun*, comprese quelle tra sub-*arrays*.

5.4.3.1 Caratteristiche energetiche acustiche dell'Array

Il presente paragrafo illustra le caratteristiche energetiche acustiche prodotte dall'*array* di *air-gun* in base alla configurazione descritta nel quadro di riferimento progettuale.

In Tabella 5.11 sono elencate le caratteristiche degli *air-gun* che verranno utilizzati, con indicazione in percentuale del contributo approssimativo del picco di ampiezza del singolo *air-gun* rispetto a quello dell'intero *array* (p-p contrib).

Si ricorda che:

- Il *peak to peak* varia solo come la radice cubica del volume per lo stesso tipo di sorgente in modo che anche piccole sorgenti possano contribuire in modo significativo. Questo è particolarmente importante nelle analisi di *drop-out*;
- Il *peak to peak* può anche diminuire a causa degli effetti di *clustering* come riportato da Strandenes e Vaage (1992).

Air-gun	Pressione (psi)	Volume (cubic inches)	Tipo	x (m)	y (m)	z (m)	Ritardo (s)	sub-array	p-p contrib (%)
1	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-6.500	6.000	0.00000	1	3.1
2	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.00000	1	3.1
3	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-6.400	6.000	0.00000	1	4.2
4	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-5.600	6.000	0.00000	1	4.2
5	2000.0	280.0	1500LL	6.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.4
6	2000.0	195.0	1500LL	9.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.3
7	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.8
8	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.8
9	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-0.500	9.000	0.00200	2	3.8
10	2000.0	290.0	1500LL	0.000	0.500	9.000	0.00200	2	3.8
11	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-0.400	9.000	0.00200	2	5.0
12	2000.0	195.0	1500LL	3.000	0.400	9.000	0.00200	2	5.0
13	2000.0	280.0	1500LL	6.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.0
14	2000.0	195.0	1500LL	9.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.0
15	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.7
16	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	0.000	9.000	0.00200	2	5.8
17	2000.0	290.0	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.00000	3	3.1
18	2000.0	290.0	1500LL	0.000	6.500	6.000	0.00000	3	3.1
19	2000.0	195.0	1500LL	3.000	5.600	6.000	0.00000	3	4.2
20	2000.0	195.0	1500LL	3.000	6.400	6.000	0.00000	3	4.2
21	2000.0	280.0	1500LL	6.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.4
22	2000.0	195.0	1500LL	9.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.3
23	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.8
24	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.8

Tabella 5.11 - Caratteristiche degli air-gun che verranno utilizzati, con indicazione in percentuale del contributo approssimativo del picco di ampiezza del singolo air-gun rispetto a quello dell'intero array (fonte: Schlumberger, elaborazione del modello matematico Gundalf).

La configurazione dell'array proposta per l'indagine geofisica in progetto è schematizzata in Figura 3.15, mediante una rappresentazione grafica in pianta. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa. Le interazioni del campo di pressione si estendono normalmente per una distanza 10 volte maggiore del raggio della bolla. Quando due bolle interagiscono o si sovrappongono si ha la formazione di schiuma.

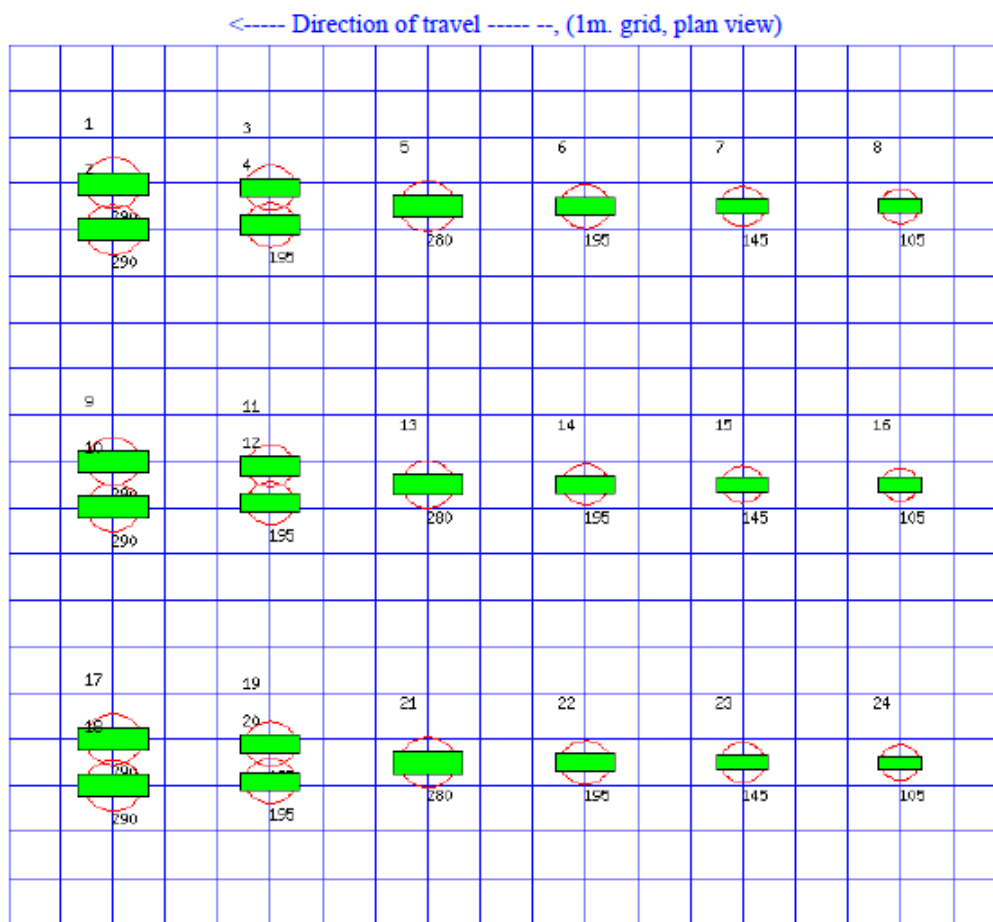


Figura 5.2 - Rappresentazione grafica della configurazione dell'array (in pianta) proposto per l'indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli *air-gun*, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: Schlumberger)

5.4.3.2 Risposta azimutale dell'array

In questa sezione sarà mostrata la risposta azimutale dell'array in vari modi. Ognuno di questi viene corretto usando la funzione di propagazione definita dall'utente. In realtà è molto difficile trovare una funzione di propagazione che vada bene per tutti gli ambienti: normalmente, i risultati reali si posizionano tra i valori del modello sferico e quelli del modello cilindrico, sebbene in alcuni casi questi limiti possano essere oltrepassati. Solitamente la propagazione che si adatta meglio alla maggior parte degli ambienti è quella sferica.

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come $-19 \log_{10}$ (ampiezza). Un valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica, mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse poiché, alle alte frequenze, possono risultare significative. A 25 kHz sono solitamente di circa 5 dB per chilometro, e possono incrementare ulteriormente. Nella

presente modellazione non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

Direzionalità dell'immersione azimutale

In questo sottoparagrafo saranno esposti i grafici della direzionalità dell'immersione azimutale delle onde acustiche emesse dalle sorgenti in relazione a varie larghezze di banda che potrebbero essere captate da ricettori sensibili, quali i mammiferi.

L'immersione è data dall'angolo rispetto alla verticale ed equivale a zero al centro, poiché corrisponde all'emissione verticale delle onde. La direzione della nave corrisponde ad un angolo azimutale di 180° ed è indicata in basso dal triangolo blu (Figura 5.3 e successive). Le unità di misura utilizzate sono dB re e 1 microPa per Hz.

Le larghezze di banda utilizzate sono a 20 Hz, 100 Hz, 5.000 Hz e 20.000 Hz. La banda a 20 Hz include i segnali a bassa frequenza notoriamente usati dai mysticeti. La banda a 100 Hz copre la fascia di principale interesse per l'attività di prospezione geofisica. La banda a 5.000 Hz include alcune frequenze di comunicazione dei mammiferi, mentre i 20.000 Hz coprono frequenze per le quali molti mammiferi marini hanno il loro picco di sensibilità.

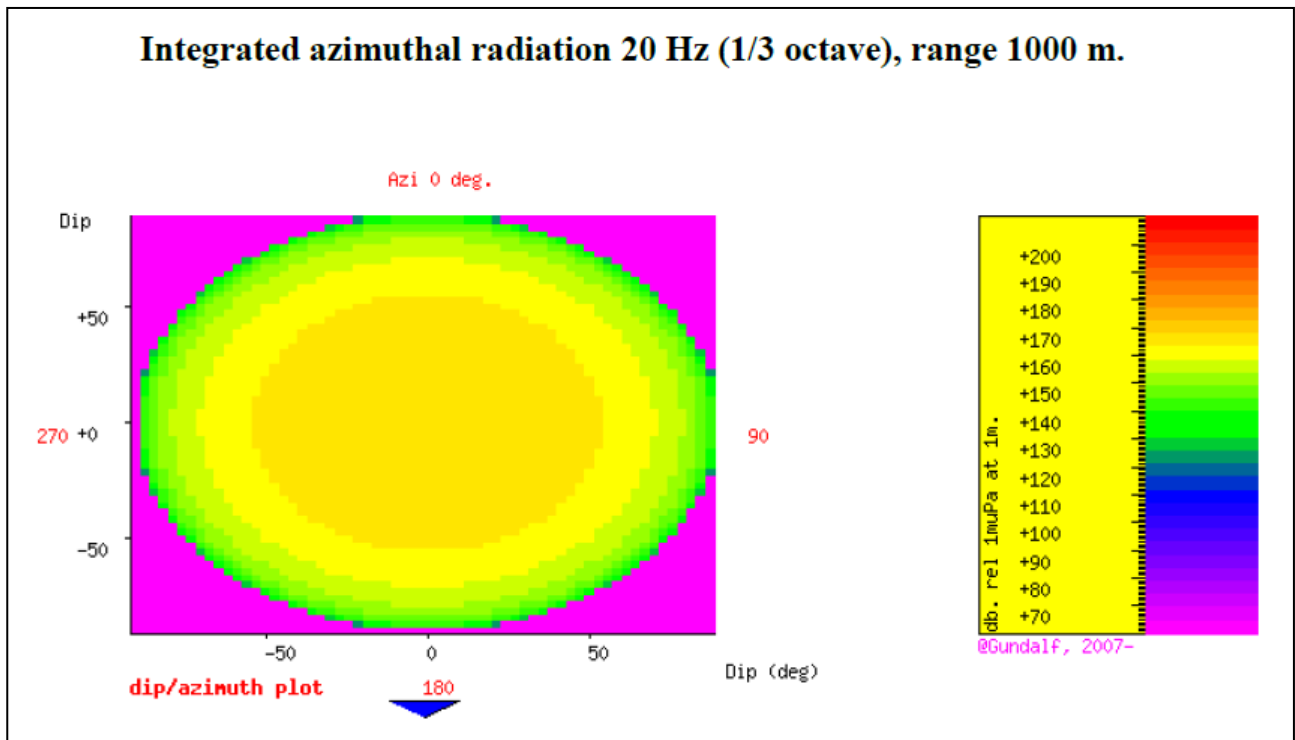


Figura 5.3 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

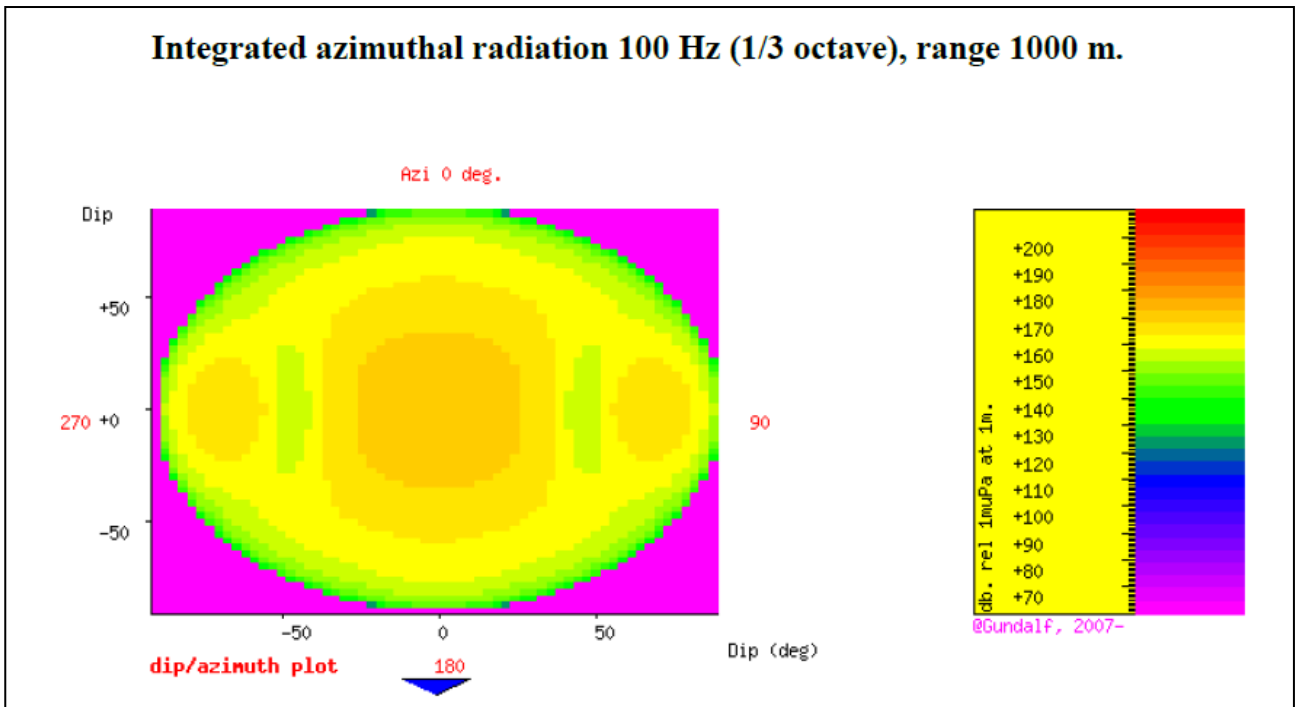


Figura 5.4 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 100 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

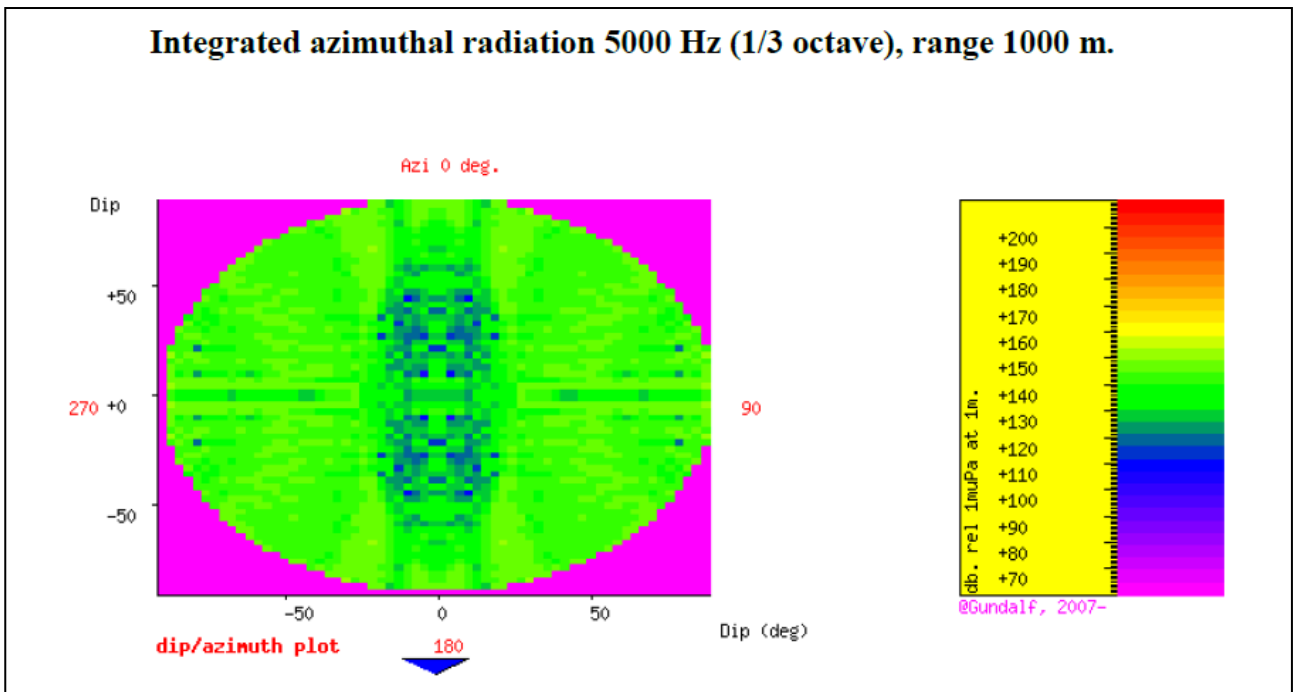


Figura 5.5 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 5.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

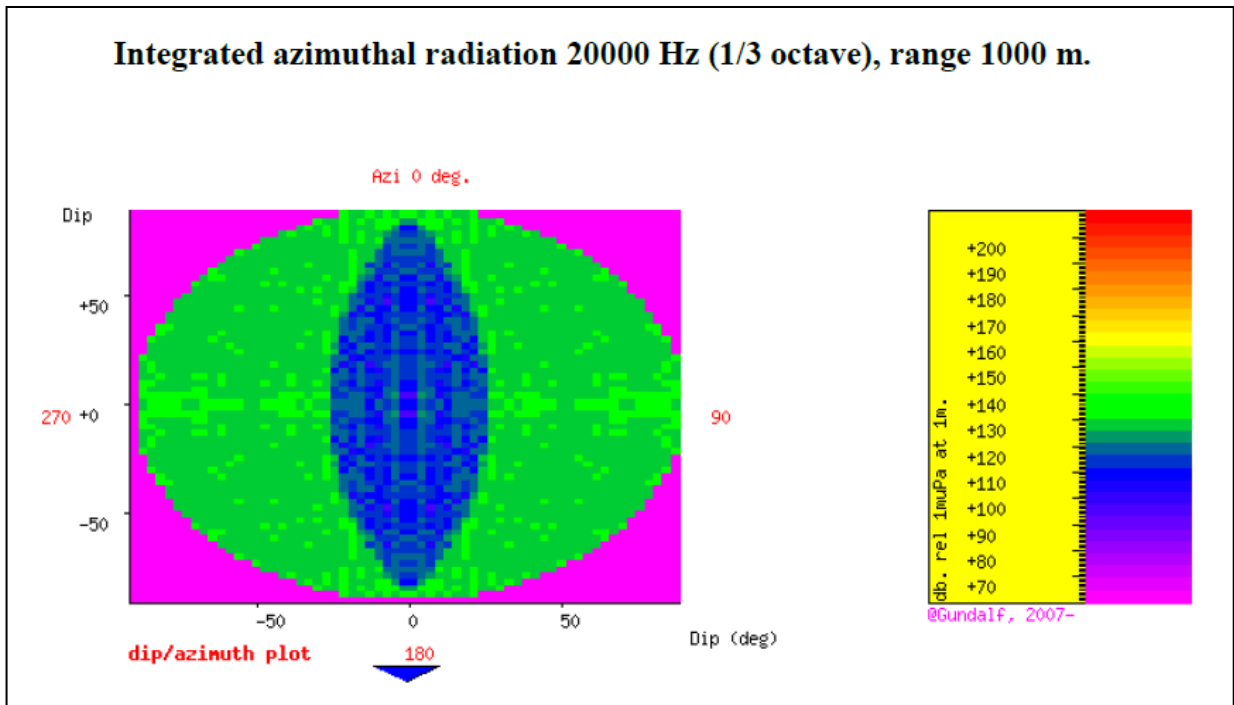


Figura 5.6 - Simulazione della direzione preferenziale dell'energia immessa con banda a 20.000 Hz. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

Esposizione direzionale ad una specifica profondità

E' riportata di seguito per le stesse bande già descritte (20 Hz , 100 Hz , 5.000 Hz e 20.000 Hz) la massima esposizione in dB re per 1muPa in funzione della direzione ad una specifica profondità.

In questo modello si suppone che l'eventuale mammifero marino nuoti in prossimità della superficie. In ciascuna banda, le immagini mostrano dall'alto l'estensione dell'onda in entrambe le direzioni e il valore di ampiezza massima tra la superficie del mare e la profondità massima (in questo caso viene assunta a -20 metri) ad ogni posizione.

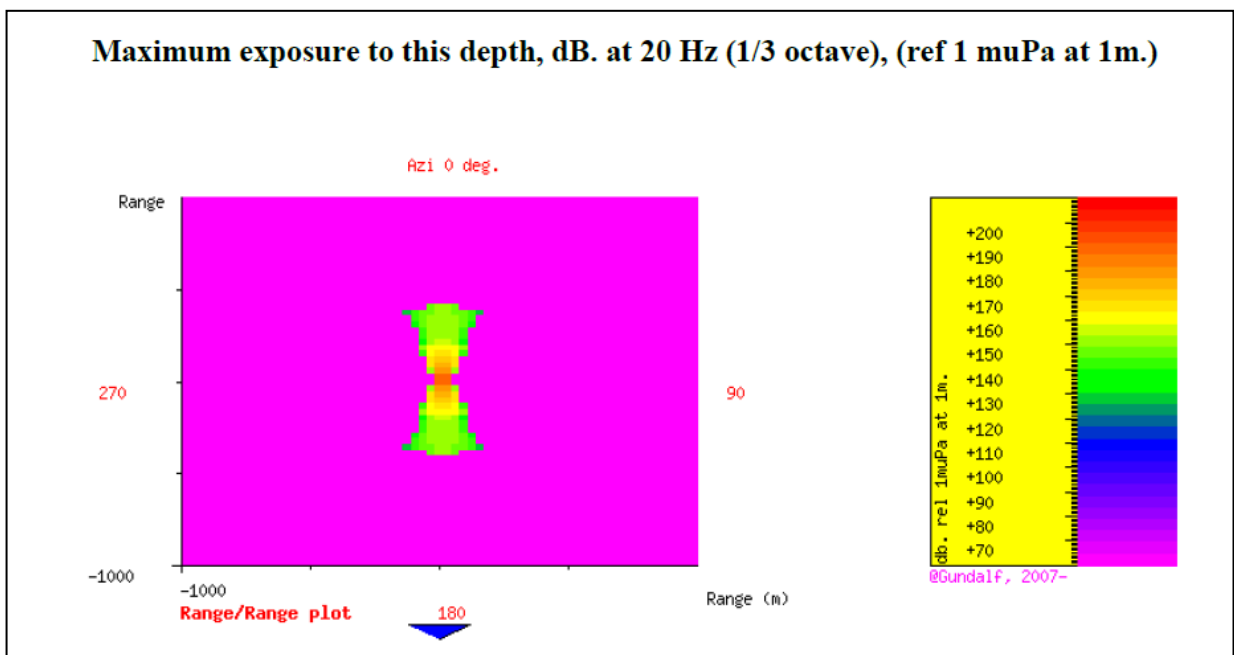


Figura 5.7 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

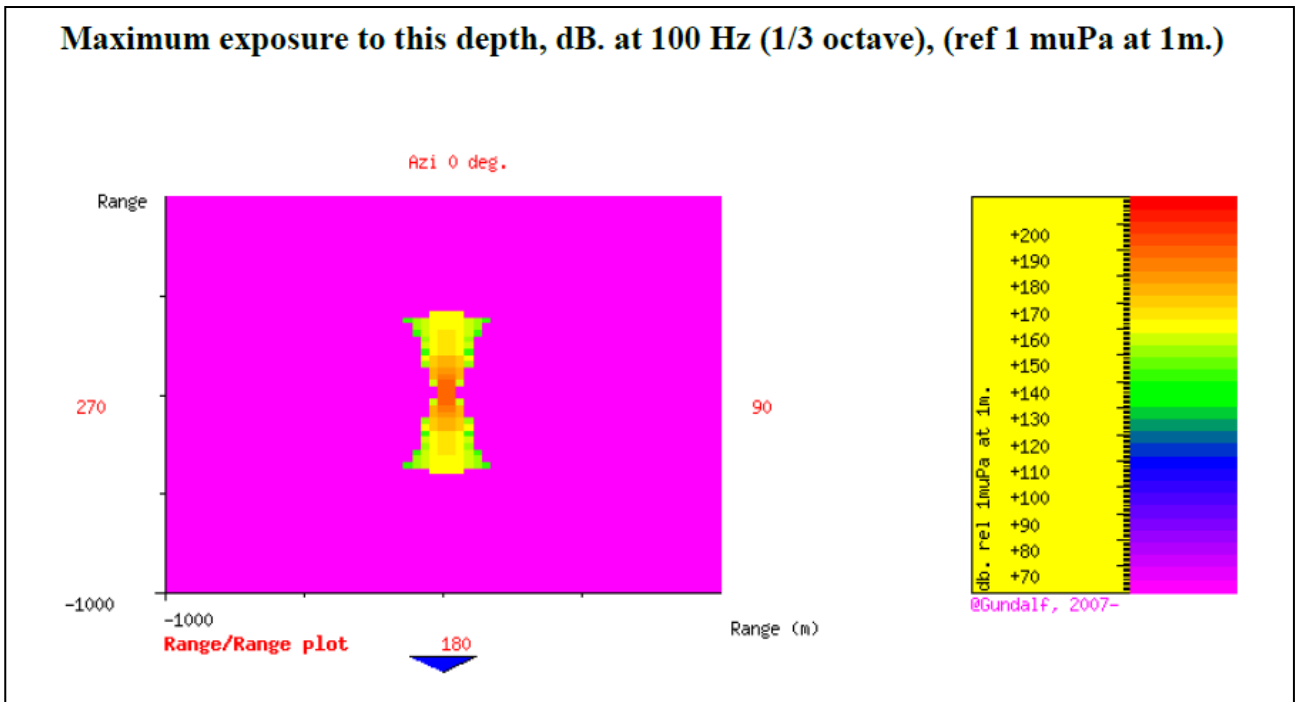


Figura 5.8 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 100 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

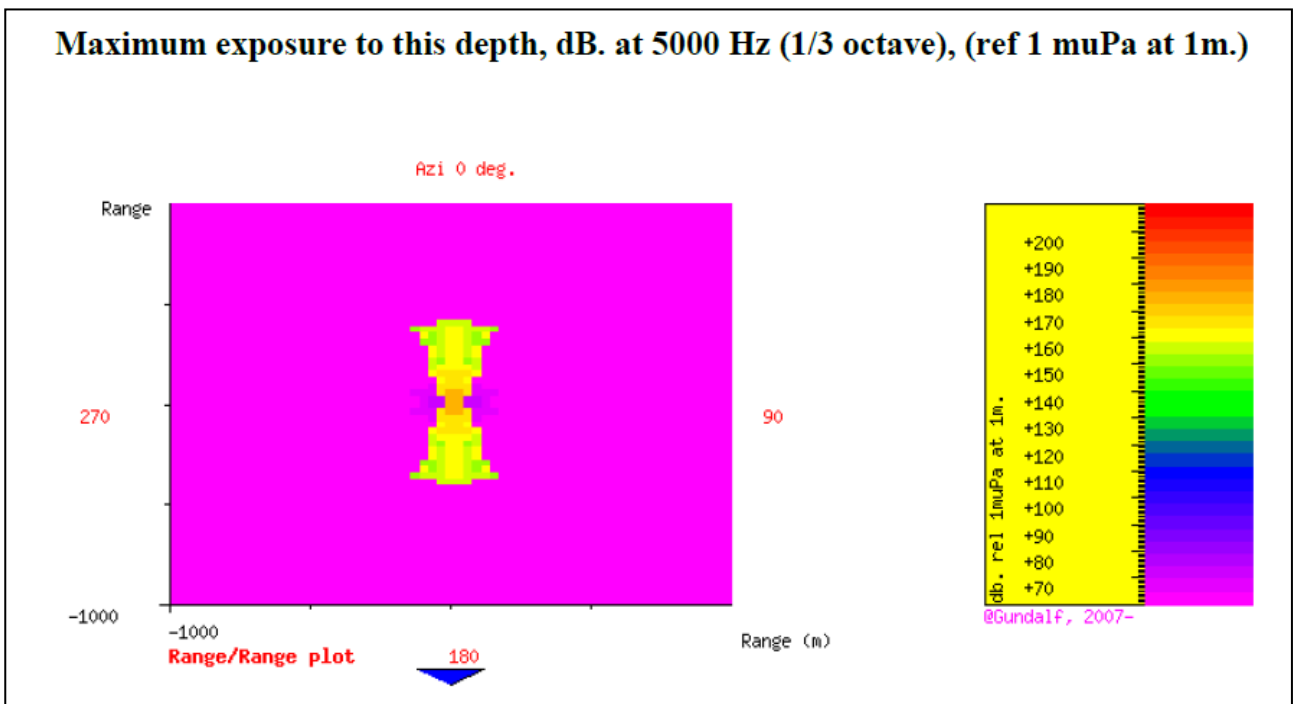


Figura 5.9 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 5.000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

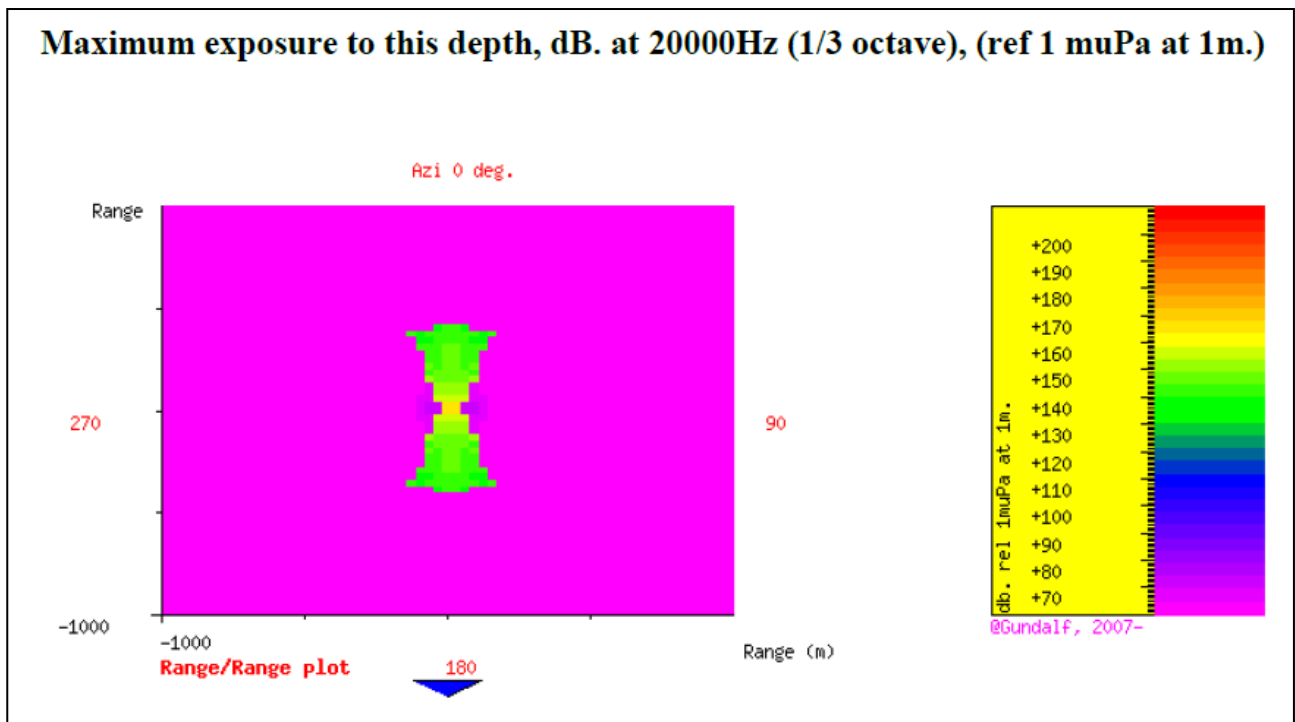


Figura 5.10 - Simulazione della esposizione massima all'energia immessa con banda a 20.000 Hz ad una profondità di 20 metri. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

Esposizione massima per uno specifico intervallo

Questo sottoparagrafo si occupa di mostrare la distanza minima tollerabile (in chilometri) per un dato livello di dB riferito a 1 muPa su 1m all'interno di ciascuna delle larghezze di banda per tre regimi di diffusione. Questo rappresenta lo scenario peggiore, in quanto viene impiegata un'ampiezza massima in tutte le direzioni (che non è il caso dell'attività che verrà svolta).

Nei singoli grafici sono indicate tre curve che indicano le diverse distanze in tre distinte ipotesi:

- Minimo impatto nel caso di utilizzo della propagazione sferica;
- Massimo impatto nel caso dell'utilizzo di una distribuzione cilindrica;
- Distribuzione stimata.

L'intervallo scelto è indicato dalla linea orizzontale gialla.

Ad esempio, supponiamo che per qualche larghezza di banda la curva blu abbia un valore di 80 dB a 1 chilometro. Questo significa che, se la propagazione scelta è di tipo sferico, allora la massima esposizione che subisce un mammifero può avvenire in qualsiasi parte del campo con banda a 80 dB. Questo intervallo in realtà è molto minore a causa degli effetti della direzionalità dell'onda.

Minimum range v. dB. at 20 Hz (1/3 octave), (ref 1 muPa at 1m.)

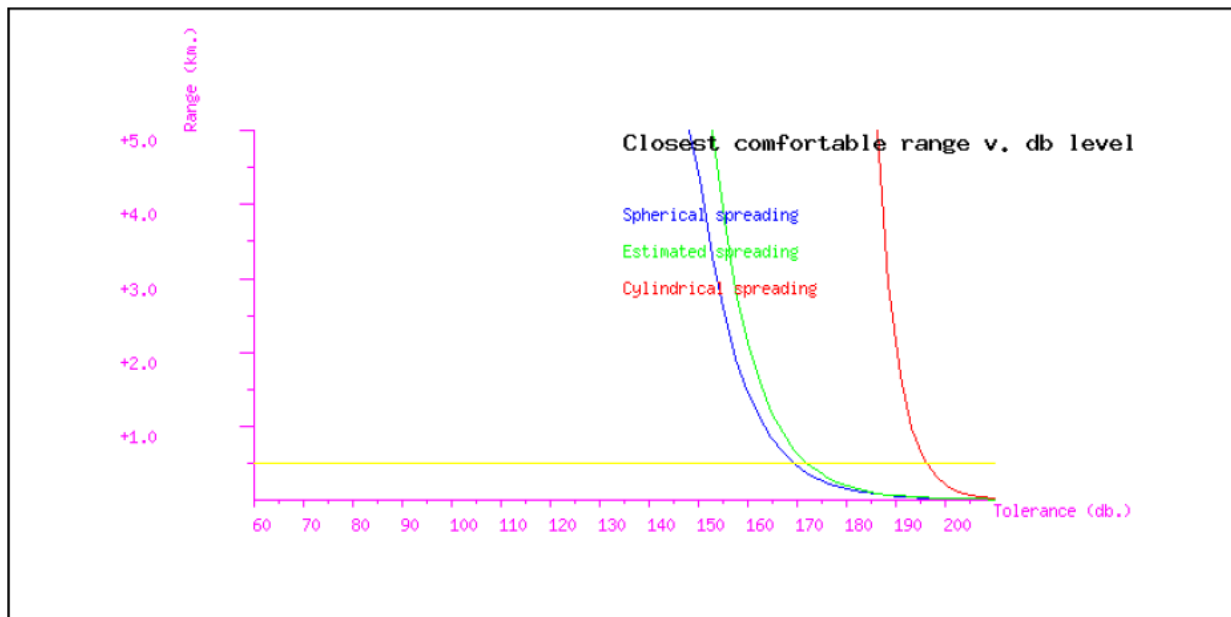


Figura 5.11 – Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

Minimum range v. dB. at 100 Hz (1/3 octave), (ref 1 muPa at 1m.)

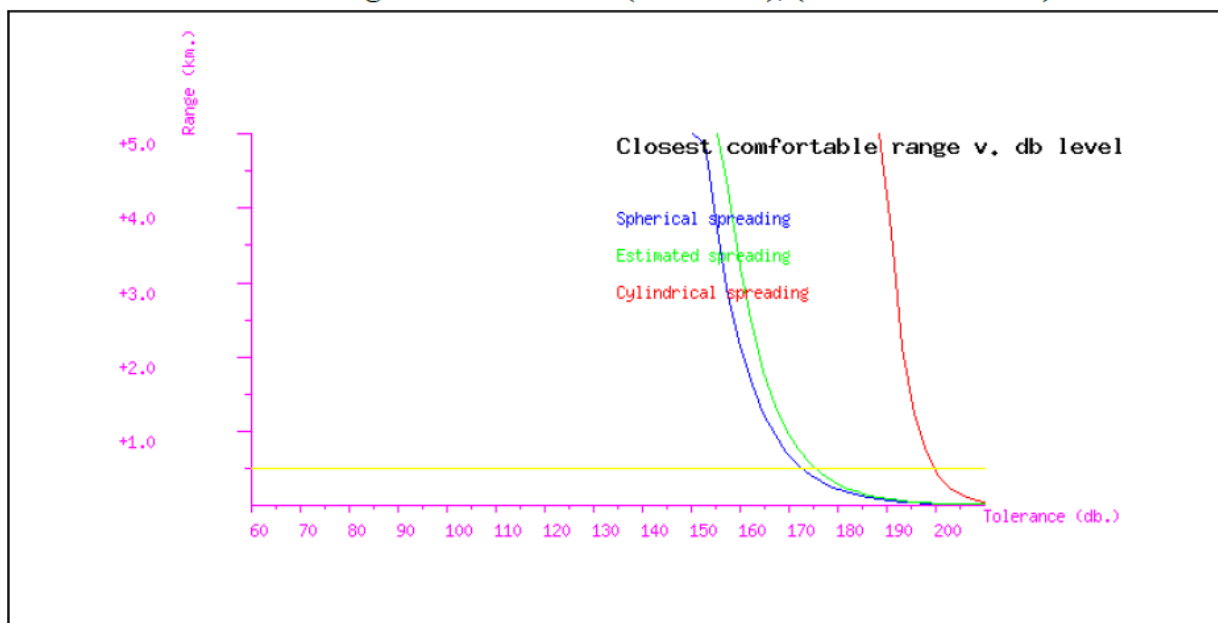


Figura 5.12 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 100 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

Minimum range v. dB. at 5000 Hz (1/3 octave), (ref 1 muPa at 1m.)

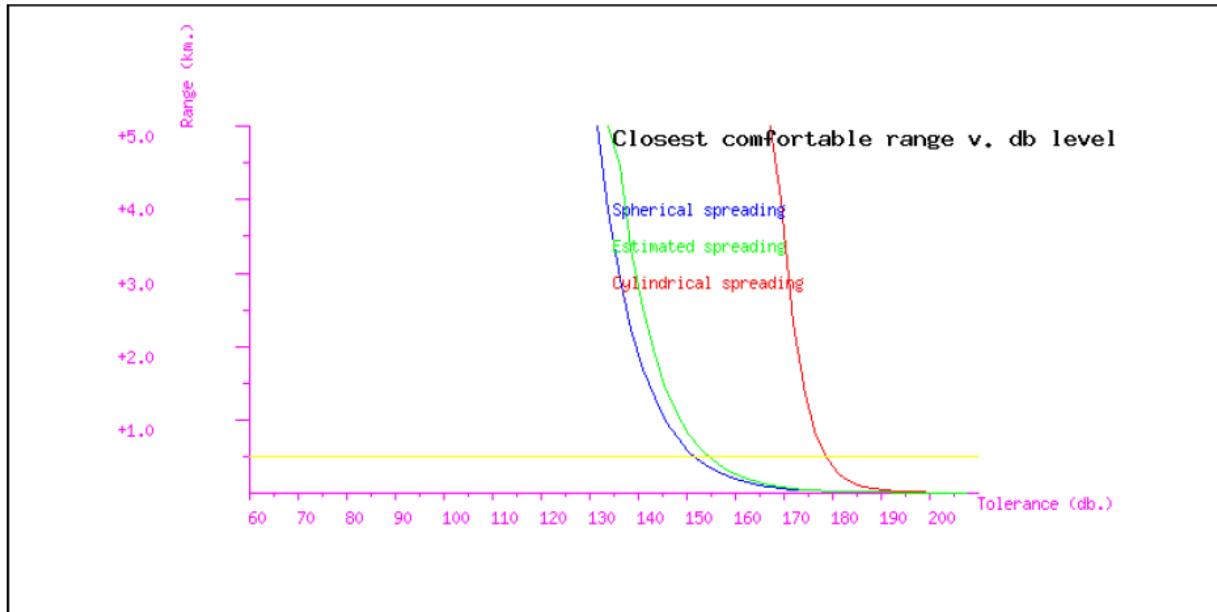


Figura 5.13 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 5.000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

Minimum range v. dB. at 20000Hz (1/3 octave), (ref 1 muPa at 1m.)

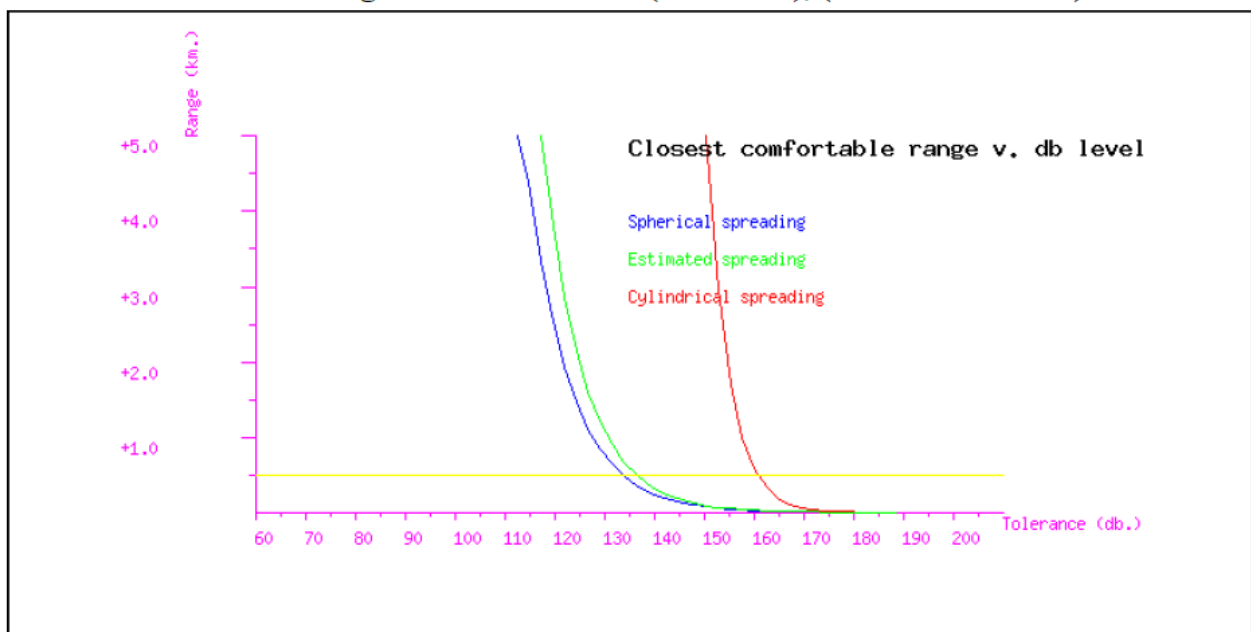


Figura 5.14 - Simulazione della distanza minima tollerabile utilizzando una banda a 20000 Hz (riferita ad 1 muPa su metro). Le tre curve rappresentano i risultati in base alla propagazione scelta (fonte: Schlumberger)

Swept Area - Campo di pressione

Viene mostrata di seguito una sezione trasversale sotto la nave del diagramma di radiazione dell'array . Il diagramma di radiazione riportato è l'ampiezza in dB rispetto a 1 muPa (rms) su 1m. In altre parole, l'ampiezza è stata riscalata dal valore rms del tempo misurato su una finestra che lo contiene, prima del calcolo definitivo dei valori spettrali.

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come $-19 \log_{10}$ (ampiezza).

Come precedentemente detto, il valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse in quanto possono essere significative alle alte frequenze. A 25 kHz sono solitamente di circa 5 dB per chilometro, e possono incrementare ulteriormente.

In questa modellazione non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

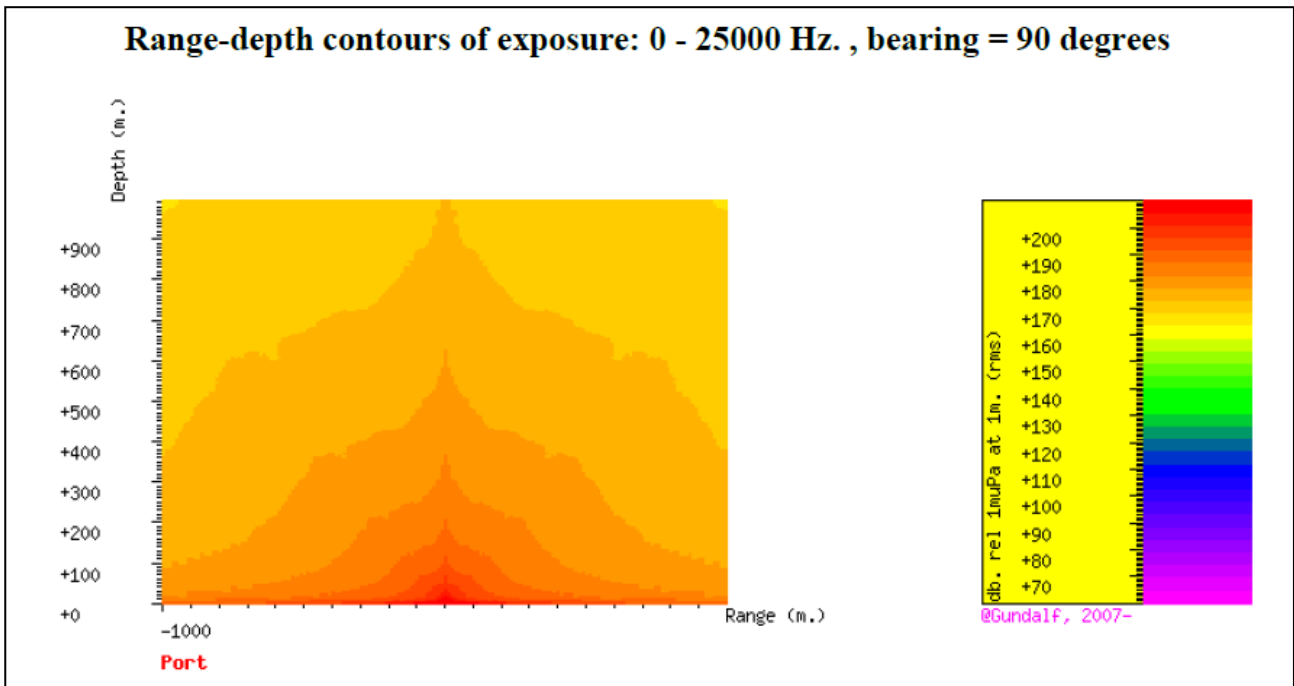


Figura 5.15 – Sezione trasversale rispetto alla direzione della nave che mostra la variazione dell'esposizione all'energia emessa a profondità crescente. Elaborazione del modello matematico Gundalf (fonte: Schlumberger)

5.4.3.3 Swept Area - Campo di velocità delle particelle

In questa sezione è mostrata una sezione trasversale, rispetto alla direzione di movimento della nave, del campo di distribuzione della velocità delle particelle *rms* appartenenti all'array (Figura 5.16).

Si ritiene che alcuni pesci mostrino una certa sensibilità alla propagazione delle particelle. Alcuni esperimenti recenti hanno tentato di misurare la risposta uditiva di alcune specie di pesci in funzione della pressione e velocità delle particelle (Popper et. al., 2005). Va sottolineato che questa è una stima per eccesso, infatti la maggior parte dei pesci sembra essere molto meno sensibile alle frequenze di molto superiori agli 1-2 kHz.

L'unità standard ANSI per la velocità acustica delle particelle viene espressa in dB per 1 nm/s (nanometri/s).

La funzione di propagazione definita dall'utente è usata per la correzione ed è impostata come: $-19 \log_{10}$ (ampiezza).

Un valore di $10 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione cilindrica, mentre un valore di $20 \log_{10}$ (ampiezza) corrisponde alla propagazione sferica.

Le perdite per assorbimento sono state incluse, in quanto possono essere significative alle alte frequenze, mentre non sono state inserite le perdite legate alla riflessione anelastica sulla superficie marina.

Come si può vedere dall'immagine in Figura 5.16, la maggior parte dell'energia emessa dall'array risulta distribuita lungo la direzione verticale, diminuendo con la profondità, ed attenuata lateralmente.

I valori più alti, corrispondenti a livelli di 150-170 db rel 1m/s (indicati in rosso-arancio in figura) coinvolgono solo la parte superficiale della colonna d'acqua, entro i primi 100 metri di profondità.

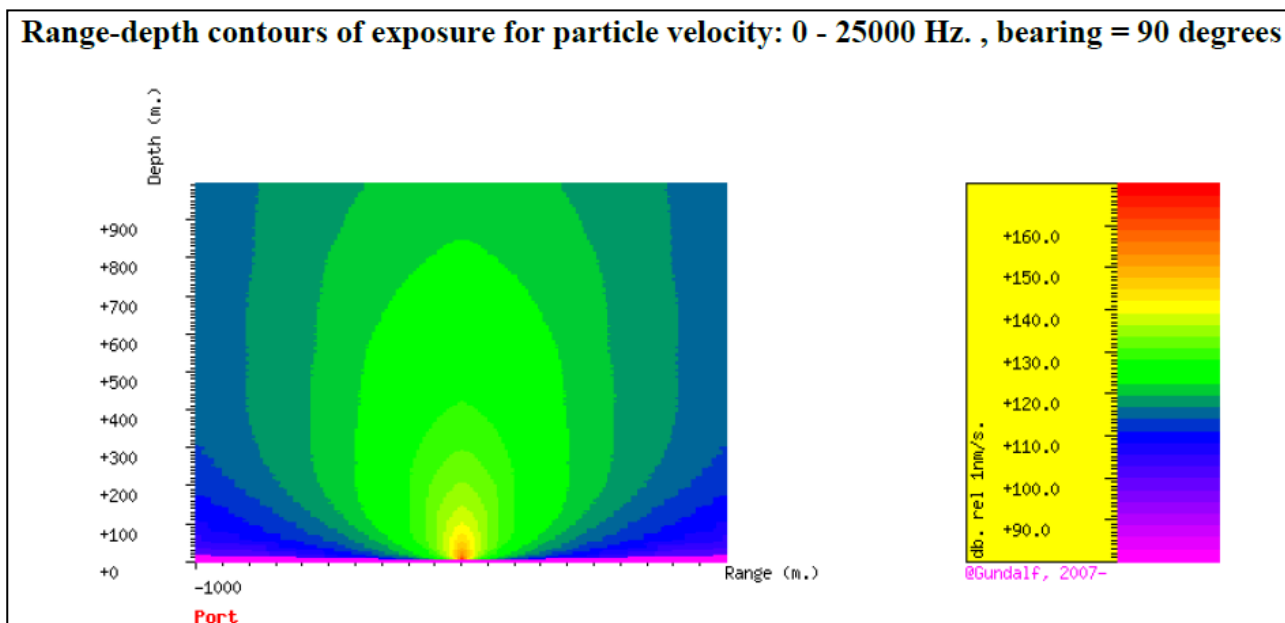


Figura 5.16 – La modellizzazione di Gundalf mostra l'esposizione alla velocità delle particelle lungo una sezione trasversale alla rotta della nave. Il decremento avviene in funzione della profondità e delle distanza (fonte: Schlumberger)

5.4.3.4 Energia totale ad alta frequenza

La quantità totale di energia acustica emessa nelle bande di frequenza più elevate è di rilevanza per gli odontoceti. Di solito le sorgenti di energia utilizzate non presentano queste frequenze, ma, per comodità, il bilancio totale di energia espresso in Joule viene indicato di seguito (Tabella 5.12) assieme al contributo oltre i 10 kHz.

Il flusso di energia media totale per impulso è dato in Joule/m² per il raggio considerato (500 metri). Per confronto, gli esseri umani cominciano a percepire sofferenza a circa 9 Joules/m²/s.

Energia acustica totale emessa (J)	Energia acustica totale emessa sopra i 10kHz (J)	Efficienza acustica totale (%)	Flusso medio di energia per impulso a 500 m (J/m ²)
386305.6	1958.5	33.59	0.245929

Tabella 5.12 – Quantità di energia acustica emessa al di sopra dei 10 kHz (fonte: Schlumberger)

Per quanto concerne l'intervallo specificato, l'energia acustica ricevuta da ogni impulso lungo tutta la larghezza di banda presenta un massimo di 156,9 dB rel 1muPa²-s.

5.4.3.5 Spettro di ampiezza dell'array

L'immagine in Figura 5.17 mostra lo spettro di ampiezza a banda larga che viaggia verticalmente al far-field della configurazione dell'array.

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 muPa / Hz. at 1m.

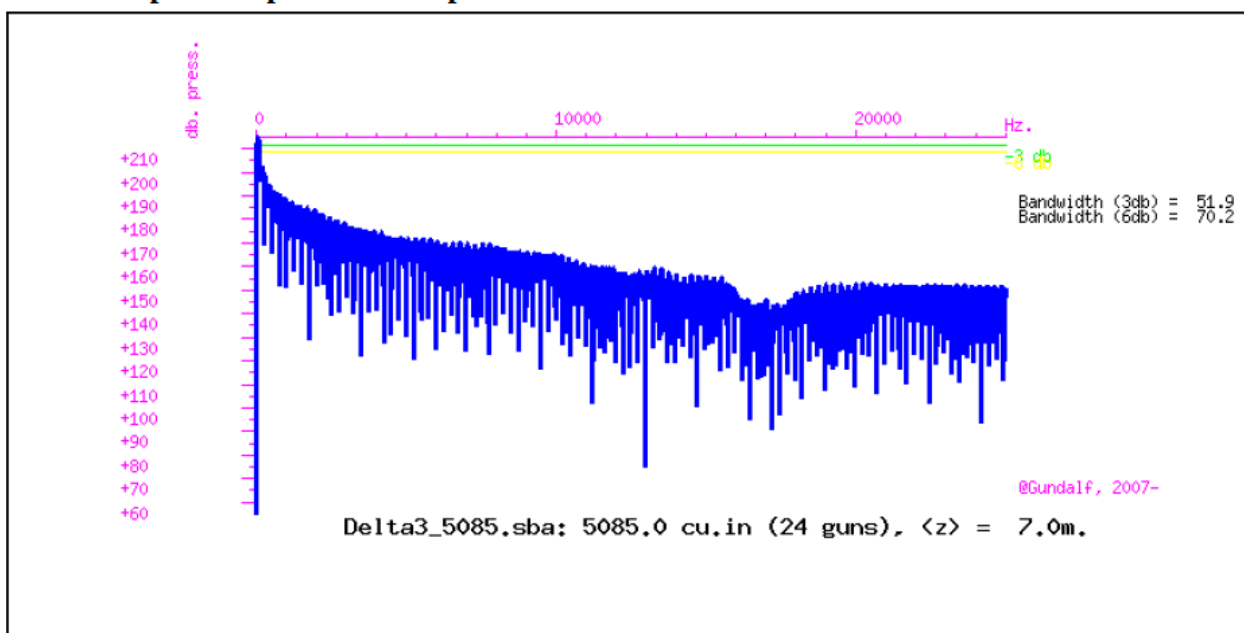


Figura 5.17 – Spettro di ampiezza a banda larga che si muove verticalmente al far-field (fonte: Schlumberger)

5.4.3.6 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

La campagna di acquisizione geofisica che si svolgerà nell'area in esame produrrà interferenze sul clima acustico, causate dal rumore prodotto dai motori dei mezzi utilizzati, ma soprattutto dalla sorgente di onde acustiche in fase di energizzazione, che si protrarranno in un lasso di tempo stimato di 145 giorni (comprendente una previsione di 52 giorni di fermo tecnico). L'indagine geofisica prevede l'acquisizione di dati ininterrottamente per tutto il periodo di durata dell'attività, pertanto i mezzi impiegati si manterranno in mare aperto per tutta la durata delle operazioni.

L'impatto potenziale coinvolgerà principalmente l'ambiente marino, in quanto le sorgenti di energia sono ubicate in acqua a poche decine di metri di profondità, direzionate verso il basso. Gli *array* di *air-gun*, infatti, 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.

I metodi di indagine basati sull'acquisizione geofisica si fondano sui fenomeni di riflessione e rifrazione di onde elastiche, che hanno un rapido decadimento spaziale. 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.

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, data la distanza dalla costa di oltre 12 miglia nautiche 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.

Il rumore prodotto dai motori delle navi coinvolte rientra nel *range* del normale traffico marittimo che attraversa l'area oggetto di indagine. 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.

In funzione dei criteri descritti nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito 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

Gli impatti associati alle diverse azioni di progetto ed identificati dalla matrice sono di livello basso, corrispondenti ad impatti di lieve entità, i cui effetti sono estremamente limitati nel tempo, di piccola estensione, direzionati, reversibili ed opportunamente mitigati.

5.4.4 Impatto sulla componente Flora, Fauna, Ecosistemi

In questa sezione si andrà ad analizzare 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 progetto andrà ad insistere su una porzione di mare aperto a distanza superiore alle 12 miglia marine dalla costa. La maggior parte delle attrezzature impiegate per la ricerca (sorgente di energia e sensori) verrà posta ad una profondità di alcune decine di metri, per cui non si andranno ad interessare i fondali e i relativi ecosistemi. Per quanto riguarda i potenziali impatti su ecosistemi di aree costiere e marine protette, le operazioni si svolgeranno ad una distanza tale da escludere qualsiasi interferenza con le stesse.

Nelle seguenti sezioni verranno analizzate le componenti sensibili su cui l'attività in progetto potrebbe generare perturbazioni.

5.4.4.1 Mammiferi e rettili marini

Di seguito 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 produrre 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 prospezioni geofisiche, rilevando una diminuzione della diversità di specie concomitante all'aumento del numero di prospezioni (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 5.18) e potrebbero quindi essere la categoria più esposta a rischi (Lanfredi et al., 2009).

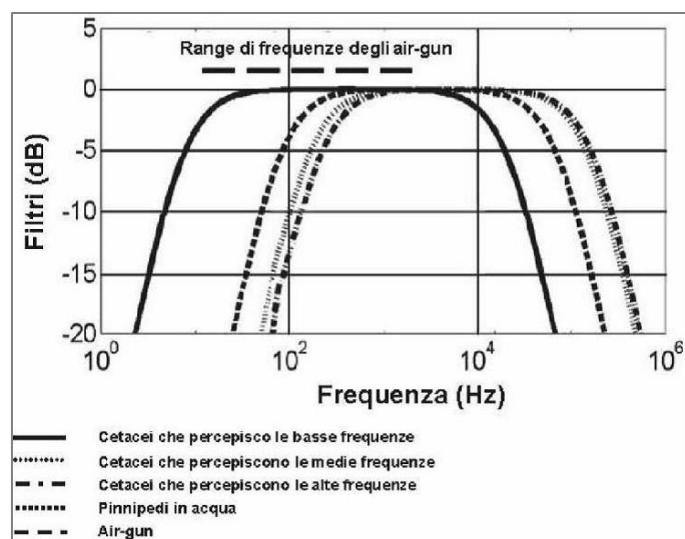


Figura 5.18 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli air-gun (fonte: Lanfredi et al., 2009)

Nella Tabella 5.13 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	<u><i>Steno</i></u> , <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> , <u><i>Physeter</i></u> , <i>Delphinapterus</i> , <i>Monodon</i> , <u><i>Ziphius</i></u> , <i>Berardius</i> , <i>Tasmacetus</i> , <i>Hyperoodon</i> , <i>Mesoplodon</i>
Cetacei che percepiscono le alte frequenze	200.000 – 180.000	<i>Phocoena</i> , <i>Neophocaena</i> , <i>Phocoenoides</i> , <i>Platanista</i> , <i>Inia</i> , <u><i>Kogia</i></u> , <i>Lipotes</i> , <i>Pontoporia</i> , <i>Cephalorhynchus</i>
Pinnipedi: percezione in ambiente acquoso	75 – 75.000	<i>Arctocephalus</i> , <i>Callorhinus</i> , <i>Zalophus</i> , <i>Eumetopias</i> , <i>Neophoca</i> , <i>Phocarcots</i> , <i>Otaria</i> , <i>Erignathus</i> , <i>Phoca</i> , <i>Pusa</i> , <i>Halichoerus</i> , <i>Histiophoca</i> , <i>Pagophilus</i> , <i>Cystophora</i> , <u><i>Monachus</i></u> , <i>Mirounga</i> , <i>Leptonychotes</i> , <i>Ommatophoca</i> , <i>Lobodon</i> , <i>Hydrurga</i> , and <i>Odobenus</i>

Tabella 5.13 - Frequenze udibili dalle diverse categorie di mammiferi marini. Sono state sottolineate le specie indicate nella lista dei mammiferi segnalati come presenti nello Stretto di Sicilia (fonte: Sounthall et al., 2007)

Dai dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP, come già riportato nel paragrafo 4.4.3, le specie ritrovate in un'area più estesa rispetto a quella oggetto di studio erano: *Tursiops truncatus* e *Delphinus delphis*. nettamente maggiore era la presenza di *Caretta caretta*.

Decisamente pochi sono il numero di individui trovati per le due specie sopra menzionate: 5 per il delfino comune e solo 1 per il tursiope (dato, tra l'altro, registrato nel 1986). Tali valori però potrebbero anche derivare da una scarsità di dati, più che da una reale bassa presenza di questi mammiferi nell'area considerata. A tale proposito, si ricorda infatti che nella scheda del SIC "Fondali delle Isole Pelagie" (ITA0400014) si riporta la presenza di una popolazione stabile di tursiope di circa 100 individui. Quindi, per poter avere un quadro più completo, si possono osservare i dati relativi agli spiaggiamenti. Questi dati, considerando un ampio arco temporale (1987 - 2014), evidenziano che la stenella ed il tursiope sono i cetacei maggiormente presenti in questo tratto di mare (rispettivamente con circa il 30% e 28% di spiaggiamenti osservati). In misura molto minore sono presenti capodoglio, delfino comune, zifio e steno. Occasionali, se non rari, possono invece essere considerati la balenottera comune, il globicefalo, la cogia e la pseudorca.

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 5.14).

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 5.14 - Limiti di esposizione proposti ed adottati dal National Marine Fishery Service per diverse categorie di mammiferi marini (fonte dei dati: Lanfredi et al., 2009)

Nel lavoro di Southall et al. (2007) sono riportati i valori soglia del rumore oltre i quali si possono verificare effetti negativi a livello dei mammiferi marini. I valori indicati tengono conto delle diverse caratteristiche dei rumori di origine antropica (suoni a impulsi singoli, impulsi multipli e suoni non impulsivi), delle caratteristiche acustiche delle diverse specie di mammiferi marini (cetacei a bassa, media e alta frequenza) e di tre tipologie di effetti biologici legati all'esposizione al rumore (perdita temporanea TTS o permanente PTS di sensibilità uditiva e disturbi comportamentali).

Nella Tabella 5.15, 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.

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 5.15 - 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)

Nella *review* di Hastings (2008), viene indicato un unico caso in cui è avvenuto lo spiaggiamento di 2 balene in concomitanza di indagini geofisiche, effettuate da parte di una nave di ricerca. Viene però riportato che la nave in questione stava operando anche con un sonar a medie frequenze, il quale in passato è stato già correlato con spiaggiamenti di cetacei.

Inoltre, si riporta che nel 2003 il Congresso degli 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*, le organizzazioni ambientali non governative e la comunità scientifica, in 6 incontri durante il 2004-2005. Nonostante questi incontri, i rappresentanti non erano 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 μ Pa –s, successivamente, visti i risultati degli studi sui delfini ed i beluga, è stato portato a 195 dB re 1 μ Pa –s (Finneran et al., 2005).

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* geofisici 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 sismiche (Weir, 2007; Hauser et al., 2008).

Nella parte centrale dello Stretto di Sicilia sembra decisamente frequente la presenza di *Caretta caretta*. I dati tratti dal sito OBIS – SEAMAP mostrano la presenza di 52 individui appartenenti a questa specie nel solo anno 2007 per l'area considerata. Inoltre nella scheda del SIC "Fondali delle isole Pelagie" (ITA0400014), viene riportata la presenza di due siti di nidificazione, uno sull'isola di Lampedusa ed uno su quella di Pozzolana. Si fa notare che entrambe le isole non rientrano e sono distanti dalla zona d'interesse, ma il dato riportato è comunque indice della presenza di quest'organismo in questa parte di mare.

5.4.4.2 Benthos e Biocenosi

Christian et al. (2003) hanno indagato l'effetto dell'esposizione del granchio *Chionoecetes opilio* all'azione dell'*air-gun* da una distanza di 50 metri. I risultati non hanno indicato la presenza di alcun impatto negativo su questa specie.

Ciò nonostante, è doveroso ricordare la scarsità di studi presenti in letteratura sugli effetti dell'*air-gun* sugli organismi bentonici.

Tenendo conto dello studio sopra riportato e che l'area in esame presenta una profondità variabile tra i 300 ed i 1600 metri, si può ritenere che l'impatto su questa componente sia minimo.

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.

Di conseguenza, trovandosi l'area oggetto di studio una profondità superiore ai 300 metri, si può ragionevolmente escludere interferenza generata dallo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica con la componente vegetazione.

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

Per quanto concerne l'ittiofauna esiste una certa discordanza tra i dati in letteratura. In Hastings (2008), viene riportato lo studio di McCauley et al. (2003) in cui pesci sottoposti ad emissioni ravvicinate di *air-gun* a 180 dB re 1 μ Pa –s, mostravano che avevano le cellule uditive distrutte. Contrariamente, in Popper et al. (2005), viene riportato che pesci sottoposti a stimoli acustici simili a quelli dell'esperimento di McCauley mostravano solo danni temporanei (TTS), i quali venivano recuperati nel giro di 18-24 ore.

A riguardo delle loro abitudini comportamentali, viene riportato che negli anni passati sono stati effettuati diversi studi sull'esposizione di pesci agli impulsi dell'*air-gun*, ma non è ancora stato chiarito di preciso quale sia l'impatto sul comportamento di questi organismi ed eventualmente sulle attività di pesca.

Secondo Carlson et al. (2007), il valore critico di esposizione per avere un danno varia tra 183 e 213 dB re 1 μ Pa $-s$, a seconda se erano delle forme giovanili od adulte; mentre per Popper et al. (2005), nei salmoni, il valore soglia sarebbe 180 dB re 1 μ Pa $-s$.

Negli studi condotti da Santulli et al. (1999) e da Hassel et al. (2003) si rivolge le attenzioni alla fauna ittica dei pesci adulti in relazione all'emissione sonora dell'*air-gun*. La prima reazione, denominata "*C-start response*", cioè l'inarcamento del corpo del pesce a formare una "*C*", è legata alla fuga dalla fonte sonora, che non sempre avviene in modo evidente. In ogni caso al termine dell'emissione sonora il comportamento degli esemplari ritorna quello pre-operazioni geofisiche. Questo dato è parzialmente confermato dallo studio condotto dall'*Institute of Marine Research* che conferma la fuga e il "*C-start response*" come prima reazione della fauna ittica, ma afferma inoltre che a seguito della cessazione delle emissioni il comportamento dei pesci torna alla normalità. Altri studi condotti da Eni Agip in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università di Ferrara sugli effetti dell'*air-gun* su esemplari presenti nelle immediate vicinanze della sorgente, mostrano conseguenze non mortali fatto salvo per quegli esemplari affetti da patologie pregresse. Unici effetti apprezzabili sono l'allontanamento dalla fonte energizzante, la quale diminuisce di intensità all'aumentare della distanza fra l'animale e la fonte. Tutti questi studi, inoltre, concordano sul fatto che le reazioni sono diverse per specie diverse e per contesti ambientali diversi. L'unico rischio potenziale, quindi, risulta essere quello legato all'allontanamento dalle aree di deposizione abituale delle uova durante il periodo della riproduzione.

In Dalen et al. (1996) si 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 giovanili è legata alla percentuale di mortalità rilevata in condizioni normali. Durante un esperimento condotto dai Payne et al. (2009), su uova fecondate e larve di alcune specie, ha mostrato l'assenza di differenze significative in termini di mortalità negli organismi esposti alle perturbazioni acustiche da parte degli *air-gun*. Ciò nonostante, altri studi presenti in letteratura sembrano indicare che queste tecniche di acquisizione possono causare la morte di uova e larve di pesci solo quando queste si trovino a brevi distanze dalla sorgente, nell'ordine di qualche metro (Kostyuchenko, 1973).

Considerando che i danni fisiologici avvengono ad esposizioni ravvicinate, si può ragionevolmente supporre che l'eventuale effetto dell'*air-gun* sulle popolazioni di pesci sia basso, soprattutto su quelle batiali.

5.4.4.5 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Lo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica causerà interferenze sulla componente flora, fauna ed ecosistemi dell'area, generate dal rumore prodotto dai motori dei mezzi utilizzati ma, principalmente, dalla sorgente di onde acustiche in fase di energizzazione.

Eventuali interazioni di natura chimica dovute, ad esempio, agli scarichi di reflui in mare, non sono previste in quanto la profondità dei fondali e l'ubicazione in mare aperto delle attività favorirà un effetto di naturale diluizione, escludendo qualsiasi alterazione di tipo qualitativo delle acque o dei sedimenti e quindi un impatto sulle specie faunistiche presenti.

Il contesto marino sarà l'ambiente principalmente coinvolto nel potenziale impatto, in quanto le sorgenti di energia sono ubicate in acqua, a poche decine di metri di profondità e direzionate verso il basso. Gli *array* di *air-gun*, sono difatti configurati in modo da proiettare la maggior parte dell'energia verticalmente in direzione del fondo marino, minimizzando l'emissione lungo la componente orizzontale e, di conseguenza, le interferenze con l'ambiente circostante. Caldwell e Dragoset (2000) rilevano 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.

La matrice è stata compilata tenendo conto delle seguenti considerazioni, relative alle varie azioni di progetto:

1. Azione di movimentazione mezzi

Durante il movimento della nave per il posizionamento della strumentazione tecnica, il disturbo che si verrà a creare sarà relativo soprattutto alla presenza della nave stessa e al rumore provocato dai motori che la alimentano, così come per la presenza dei mezzi di supporto. In generale la fauna presente tende ad allontanarsi, salvo ritornare nell'area una volta che il disturbo creato dalla presenza dei mezzi sia svanito. L'impatto è temporaneo e da considerarsi assolutamente reversibile.

Come già visto nel paragrafo relativo all'impatto sul clima acustico marino, il rumore prodotto dai motori delle navi coinvolte rientra nel *range* del normale traffico marittimo che attraversa l'area oggetto di indagine. 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.

Come per il resto del traffico marittimo, esiste anche il rischio di collisione con mammiferi marini ed in particolare con il Capodoglio e la Balenottera comune. Infatti, l'esigenza di emergere per respirare e l'enorme mole di questi cetacei, che ne rallenta i tempi di reazione ed i movimenti, rendono queste due specie più soggette alle collisioni con le navi. Al fine di minimizzare questo rischio sarà sempre presente almeno un osservatore a bordo che possa avvertire tempestivamente il capitano per effettuare le opportune manovre per evitare possibili collisioni.

Per quanto riguarda la componente plancton, è stata presa in esame la sola interferenza causata da un aumento della luminosità notturna, dovuta alla presenza di luci segnaletiche sui mezzi impiegati. È stato assegnato un impatto minimo su questa componente dovuto al fatto che la concentrazione di fitoplancton della zona risulta medio – bassa.

2. Azioni di stendimento e rimozione *streamers* ed *air-gun*

Le attività connesse allo stendimento e rimozione dei cavi e degli *air-gun* prevedono l'utilizzo di una nave appositamente attrezzata per trascinare i cavi a cui sono collegati gli idrofoni. Durante tutta l'attività non è prevista alcuna interazione con il fondo marino, in quanto i cavi e gli idrofoni saranno posti ad una profondità massima di 40 metri dalla superficie.

La presenza nell'ambiente marino della strumentazione tecnica trainata dalla nave di acquisizione potrebbe determinare interazioni con la fauna presente, ma comunque di lieve entità e limitate nel tempo. L'unico disturbo, infatti, è legato alla presenza di questi cavi che rappresentano oggetti estranei all'ambiente ma che stazioneranno per un periodo molto breve nella zona oggetto di indagine.

Uno studio eseguito dalla società inglese Ketos Ecology individua, come unico fattore di rischio per la fauna, la possibilità di intrappolamento di tartarughe marine nella boa di coda, posizionata alla fine del cavo sismico. Per evitare possibili intrappolamenti accidentali di tartarughe marine, WesternGeco utilizzerà per l'acquisizione in progetto delle boe di coda disegnate in modo da evitare l'intrappolamento accidentale di tartarughe.

3. Azioni di energizzazione

Le attività di energizzazione necessarie ai fini della campagna geofisica inducono ad una perturbazione acustica temporanea.

All'interno della matrice è stato attribuito un valore di interferenza più alto per quanto riguarda i mammiferi marini, in quanto i cetacei risultano essere il soggetto più sensibile ad un potenziale rischio acustico in ambiente marino. Questi ultimi, infatti, si orientano e comunicano grazie a suoni in specifiche frequenze. Disturbi più evidenti sono relativi anche in questo caso allo spavento causato dall'energizzazione che induce gli animali ad allontanarsi dalle zone interessate dalle indagini. Può esserci una momentanea interferenza con le frequenze che questi usano per le comunicazioni fra i vari membri del branco. L'influenza sonora termina una volta terminata l'energizzazione.

Per tutelare i mammiferi marini eventualmente presenti nelle vicinanze dell'area oggetto di indagine verranno attuate opportune misure di mitigazione. Sarà sempre presente almeno un incaricato specializzato per all'avvistamento dei mammiferi marini a bordo della nave con il compito di monitorare costantemente il mare, in modo da poter bloccare le energizzazioni in caso di avvistamento di cetacei all'interno della zona di esclusione. Inoltre verrà utilizzato il monitoraggio acustico passivo con operatore durante tutta la durata dell'attività.

Sulla base dei criteri descritti nei paragrafi precedenti, delle considerazioni sopra esposte e degli elementi interessati dai potenziali impatti derivanti dallo svolgimento dell'attività in progetto, è stata compilata una matrice quantitativa, di seguito riportata.

In questa matrice le componenti analizzate si riferiscono ai potenziali ricettori di impatto: 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 streamers e air-gun				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

Per le azioni di progetto relative a movimentazione mezzi ed energizzazione, la matrice evidenzia impatti di livello basso, cioè di lieve entità, i cui effetti sono estremamente limitati nel tempo, di piccola estensione, reversibili ed opportunamente mitigati.

L'unico impatto di livello medio è quello riguardante la possibilità di intrappolamento delle tartarughe marine nella boa di coda (posizionata alla fine del cavo sismico), che potrebbe causare la morte dell'animale. Al fine di escludere possibili intrappolamenti accidentali di tartarughe marine, verranno utilizzati dei dispositivi metallici da applicare alla struttura della boa di coda, che saranno trattati nel capitolo 6.2 del presente studio.

Le possibili interferenze tra le operazioni proposte e la fauna presente saranno attenuate osservando precisi protocolli nati per la tutela della fauna, come l'utilizzo di tecnologia *soft start*, la presenza a bordo della nave di uno o più osservatori per i cetacei ed i mammiferi marini e l'adozione di un sistema di monitoraggio acustico passivo per l'eventuale sospensione delle operazioni in caso di avvistamento di questi animali.

5.4.5 Impatto sulla componente Paesaggio

Con il Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio" viene definito 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.

Per realizzare una stima delle possibili interferenze sulla qualità del paesaggio da parte di una qualsiasi attività antropica, è opportuno valutare se l'attività proposta comporti una perdita di parti o dell'intero sistema paesaggistico, una sostituzione del paesaggio preesistente con uno nuovo oppure il nascondimento parziale o totale del paesaggio stesso.

L'attività di indagine geofisica in progetto comporterà, in termini di fattori di perturbazione principali per il paesaggio, l'occupazione temporanea dello specchio d'acqua da parte dei mezzi navali adibiti alle attività, per tutta la durata dell'indagine geofisica.

Allo scopo di valutare l'impatto sulla percezione del paesaggio causato dalla presenza della nave di rilievo geofisico ed analizzare la distanza entro la quale tale imbarcazione 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, utilizzando un'altezza "h" dell'osservatore sul livello del mare espressa in metri:

$$d \approx 3.86 \sqrt{h}$$

Applicando tale formula, si calcola che l'orizzonte (e di conseguenza la massima visibilità) si trova ad una distanza di 4,65 chilometri da un ipotetico osservatore in piedi sulla terraferma con altezza media degli occhi di 1,70 metri. 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 sopra a tale oggetto, e la si aggiunge alla distanza dell'orizzonte dall'osservatore reale. Dunque, il calcolo per stimare la distanza dalla costa entro la quale si percepisce la nave geofisica è dato dalla seguente formula, rappresentata graficamente in Figura 5.19:

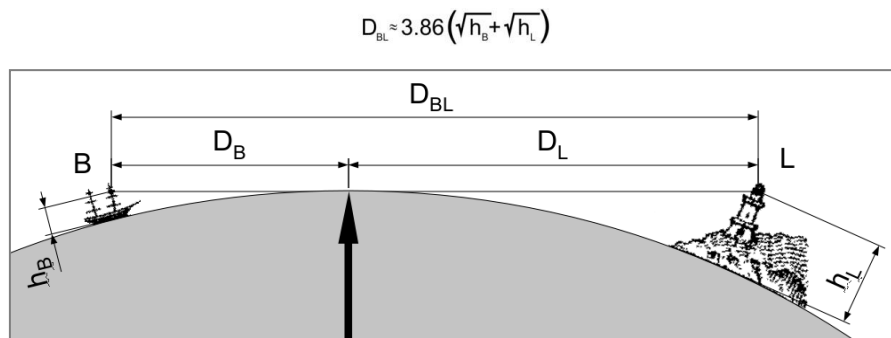


Figura 5.19 – Distanza geometrica dell’orizzonte

La nave che potenzialmente eseguirà il rilievo geofisico, come riportato nel capitolo 3.4.1, sarà a seconda della disponibilità, o la WC Magellan (caratterizzata da un *air draft*, cioè un’altezza in aria fino all’antenna più alta, di circa 28,5 metri), o la Geco Eagle (*air draft* di 39 metri).

Prendendo in considerazione la nave WG Magellan ed adottando un ipotetico osservatore in condizione peggiorative con altezza media degli occhi di 2 metri, è possibile calcolare che tale osservatore posto in piedi lungo la costa ed in condizioni di ottima visibilità sarà in grado di percepire la nave che eseguirà il rilievo geofisico ad una distanza massima di 26 chilometri (circa 14 miglia nautiche, Figura 5.20).

Considerando invece la nave Geco Eagle, ed adottando sempre una condizione peggiorativa di un osservatore posto in piedi lungo la costa con altezza media degli occhi di 2 metri, è possibile calcolare che tale osservatore, sempre in condizioni di ottima visibilità, sarà in grado di percepire la nave che eseguirà il rilievo geofisico ad una distanza massima di 29,6 chilometri, ossia circa 16 miglia nautiche (Figura 5.20).

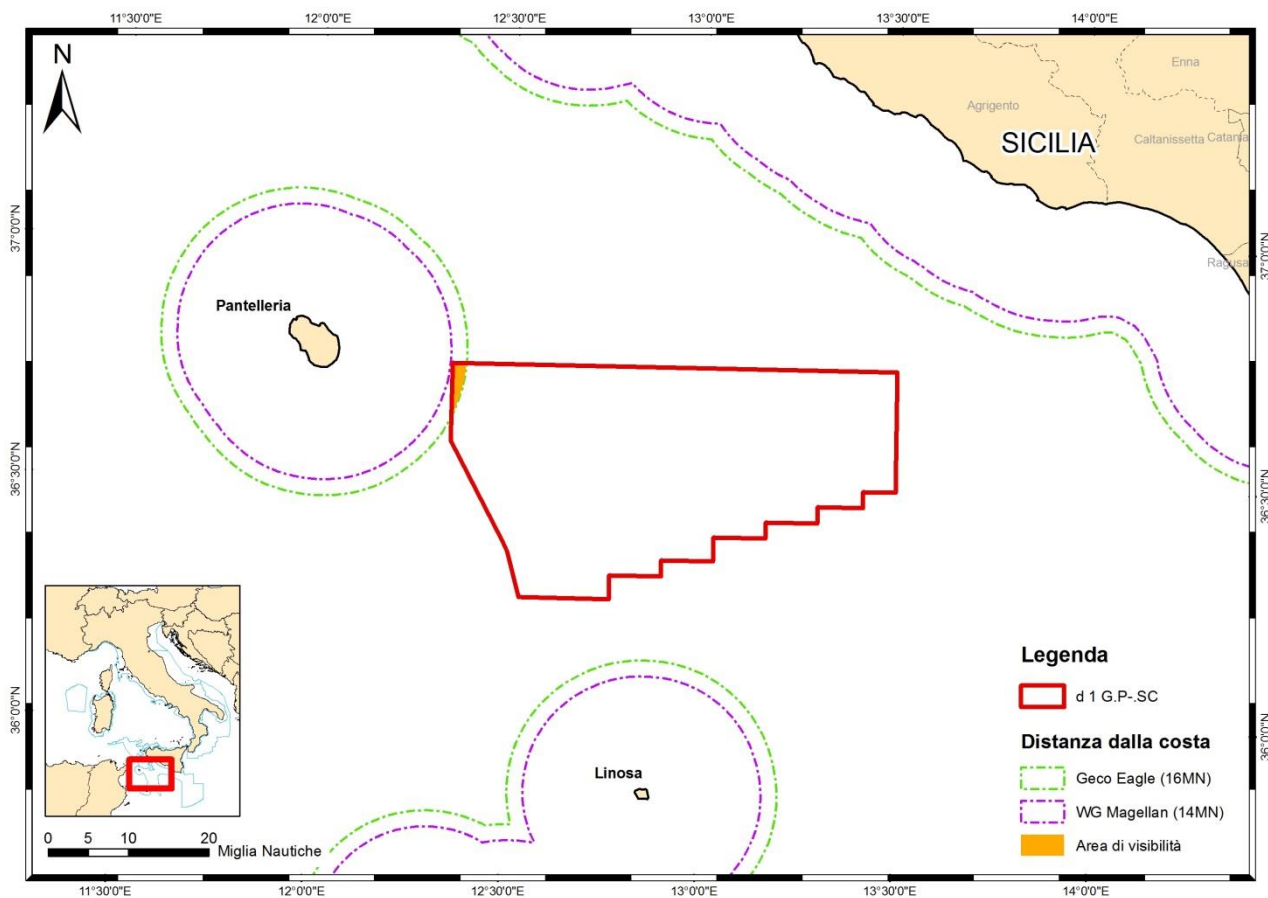


Figura 5.20 – Mappa con indicazione delle fasce di visibilità attorno all’area in istanza a seconda della tipologia di nave di acquisizione utilizzata

Come si evince dalla figura, la nave di acquisizione non sarà assolutamente visibile dalle coste meridionali della Sicilia durante il corso dell'intero rilievo geofisico, fatto salvo, ovviamente, il tragitto necessario per raggiungere l'area di rilievo partendo dal porto di appoggio.

L'unica possibilità di avvistamento sull'orizzonte si può verificare nel caso dell'utilizzo della nave Geco Eagle per quegli osservatori posti lungo le coste orientali dell'isola di Pantelleria. La Geco Eagle infatti risulta visibile, in condizioni ottimali, a 16 miglia nautiche di distanza e la costa di Pantelleria più vicina si trova a poco più di 14 miglia nautiche.

La nave WG Magellan è potenzialmente distinguibile ad una distanza di 14 miglia nautiche, per cui ricade, seppur di poco, all'esterno del limite di massima visibilità delle coste di Pantelleria. È ragionevole dunque escludere che la presenza di questa nave possa in qualche modo alterare lo *skyline* durante il periodo di acquisizione geofisica per un osservatore posto in corrispondenza del litorale.

L'impatto visivo eventualmente generato sarà comunque minimo e di natura temporanea, nonché del tutto assimilabile a quello dovuto alla presenza di navi di stazza simile che si trovano a transitare nel tratto di mare considerato.

Inoltre, si specifica che la nave di rilievo geofisico sarà visibile dalla costa dell'isola soltanto durante l'acquisizione lungo il lato nordoccidentale del blocco in istanza di prospezione (segnato con retino arancione in Figura 5.20); una volta acquisita quell'area infatti l'imbarcazione si sposterà per procedere con il rilievo dell'area restante, scomparendo così dall'orizzonte visibile. La finestra temporale in cui la nave sarà percepibile lungo costa sarà dunque ulteriormente ridotta rispetto alla durata complessiva del rilievo geofisico, poiché limitata al periodo di acquisizione del settore nordoccidentale dell'area di indagine, che costituisce tra l'altro una piccola parte dell'area complessiva.

Un ulteriore impatto sul paesaggio, sempre di natura temporanea, potrebbe essere attribuito al 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.

Infatti, i mezzi navali di acquisizione resteranno in mare aperto per tutta la durata del programma di rilievo geofisico, mentre per le sole 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.

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 e circoscritto al breve periodo di percorrenza della fascia di visibilità.

5.4.5.1 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Le operazioni di indagine geofisica saranno svolte indicativamente in autunno e/o inverno, quindi al di fuori della stagione turistica caratterizzata da maggior affluenza costiera, ed avverranno per la maggior parte al di fuori dell'orizzonte visibile dal litorale. Fintanto che i mezzi saranno in mare aperto, quindi, non sarà possibile alcuna percezione da parte di osservatori posti sulle coste limitrofe l'area di prospezione, fatto salvo per le coste orientali dell'isola di Pantelleria, dalle quali sarà eventualmente possibile distinguere all'orizzonte la sola nave Geco Eagle in corso di acquisizione nel settore nordoccidentale dell'area in esame. In caso di utilizzo della nave WG Magellan invece, la nave di acquisizione non sarà mai visibile durante l'esecuzione del rilievo, né da Pantelleria e né, a maggior ragione, dalle coste meridionali sicule.

Si riporta di seguito la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'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 QUALITA' DEL PAESAGGIO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione <i>streamers</i> e <i>air-gun</i>	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 di acquisizione non produrrà impatti visivi tali da 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 temporanea.

La matrice evidenzia un impatto legato all'azione di movimentazione mezzi di livello basso, corrispondente all'impatto visivo potenzialmente generabile dagli sporadici rientri al porto delle navi di appoggio ed alla visibilità temporanea dell'imbarcazione di rilievo geofisico (Geco Eagle) dalle coste orientali di Pantelleria durante l'acquisizione nel settore nordovest 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 da parte dei mezzi navali e della strumentazione utilizzata durante la campagna d'indagine costituisce, come visto in precedenza, un fattore d'impatto sulla componente contesto Socio-Economico.

Il fattore d'impatto in oggetto è estremamente ridotto poiché al termine dell'intera fase di acquisizione dei dati geofisici, della durata circa di 145 giorni, l'area sarà lasciata libera da qualsiasi impedimento quindi, alla propria naturalità. Inoltre le dimensioni della strumentazione sono di modesta entità e la nave geofisica risulta essere di comparabile grandezza rispetto ai traghetti e pescherecci presenti nell'area.

5.4.6.1 Interferenza con il traffico marittimo

L'area oggetto della prospezione risulta essere attraversata da alcune rotte nautiche percorrenti il Canale di Sicilia, come specificato nel paragrafo "Traffico marittimo". Questo settore del Mar Mediterraneo è caratterizzato da una notevole affluenza di imbarcazioni, tuttavia la sola presenza della nave di acquisizione e della relativa strumentazione non generano interferenze significative con la navigazione marittima, in quanto la durata dell'occupazione dello specchio d'acqua è limitata e incentrata in circoscritti settori dell'area stessa.

Tutte le attività di ricerca scientifica e di prospezione geofisica, sia di carattere momentaneo che definitivo, sono periodicamente comunicate nel Fascicolo Avvisi ai Naviganti, pubblicato dall'Istituto Idrografico della Marina, ai fini di mettere a conoscenza gli utenti e apportare una maggiore sicurezza della navigazione. Le Autorità competenti inoltre, segnaleranno giornalmente quali saranno le rotte nautiche interessate dal rilievo geofisico in oggetto.

La navigazione in condizioni di sicurezza è garantita da opportuni regolamenti nel Codice della Navigazione. E' necessario ricordare che le navi e imbarcazioni di ogni genere dovranno rispettare le distanze di sicurezza (normalmente non inferiori a 3.000 metri dalla poppa per tutta l'ampiezza del settore di 180° a poppavia del traverso della stessa) e in ogni caso evitare di intralciarne la rotta.

5.4.6.2 Interferenza con le attività di pesca

Le interferenze che possono nascere durante le prospezioni geofisiche legate alla diminuzione del pescato dell'attività di pesca è ancora argomento di discussione.

In Australia, in uno studio condotto durante gli anni 1969 – 1999, viene riportato 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. 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.

Ragionando quindi in termini cautelativi, ipotizzando un'interferenza sul numero dei pesci presenti nel raggio di 1-2 chilometri dalla nave sismica, è comunque da escludersi la possibilità di una riduzione del pescato, dovuto al fatto che in base alle norme di sicurezza sulla navigazione è previsto che le navi e le imbarcazioni di qualsiasi genere non impegnate nelle prospezioni debbano 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. Pertanto sarà interdetta la navigazione lungo le rotte che verranno comunicate alle Autorità marittime competenti.

Questa interferenza legata all'occupazione fisica dello specchio d'acqua è totalmente reversibile, di carattere temporaneo e limitato, dovuto 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.

Nello Stretto di Sicilia, come precedentemente riportato nel paragrafo 4.6.5, lo strascico costiero è il più importante sistema adoperato dalle flottiglie operanti in questo settore ed ha come target specie diverse: triglia, merluzzo, pagello, pesce prete, tracina, polpo comune, gambero rosa, scampo, totano, pesce san pietro, razza. Per quanto riguarda la flottiglia di Mazara del Vallo, essa effettua uno strascico d'altura prevalentemente in acque internazionali.

Tenendo conto che buona parte dell'area oggetto di studio presenta elevate profondità, e delle considerazioni fatte precedentemente sull'*air-gun*, si ritiene che l'impatto al comparto pesca sia minimo e che avvenga prevalentemente per quelle zone che sono strascicabili. Tale impatto sarebbe dovuto all'occupazione fisica dello specchio d'acqua ed all'interdizione dello stesso per le navi da pesca nel periodo in cui verranno effettuate le indagini geofisiche. Si ricorda però, che le rotte seguite dalla nave che effettua

la prospezione verranno comunicate in anticipo alle Autorità marine competenti in modo da permettere ai pescatori di poter scegliere zone di pesca alternativa.

5.4.6.3 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Al fine di organizzare al meglio il lavoro del rilievo geofisico, così da ridurre le possibili interferenze sia con l'attività ittica che con il traffico marittimo, è in programma la suddivisione dell'area oggetto di indagine in diversi settori che verranno analizzati singolarmente. In questo modo l'occupazione dello specchio d'acqua sarà localizzata e maggiormente controllata, così da permettere la normale circolazione delle navi lungo le rotte nautiche non coinvolte dai lavori in corso e inoltre portare a conoscenza i pescatori sulle direzioni eseguite dalla nave di acquisizione. Sarà comunque presente un rappresentante locale avente il compito di mantenere i contatti con le rispettive autorità e di coordinare i lavori.

Viene riportata di seguito la matrice quantitativa compilata grazie alle considerazioni sopra esposte, riferita alle possibili interferenze con la componente contesto socio-economico.

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

Per tutte le azioni di progetto, l'impatto totale è risultato essere uguale a 6, quindi di livello trascurabile. La possibile interferenza al traffico marino e alle attività di pesca sarà inoltre del tutto mitigata grazie alle misure preventive che verranno adottate.

5.4.7 Impatti cumulativi con altri piani e progetti

E' fondamentale in sede di indagine geofisica valutare eventuali impatti che si possono generare a causa della sovrapposizione o dell'interferenza di più attività geofisiche condotte contemporaneamente nella stessa area o in aree molto vicine tra loro, che possono produrre:

- Effetti pericolosi per l'ambiente marino, poiché possono interrompere le rotte migratorie e recare disturbo alle zone di alimentazione dei cetacei (Gordon et al., 2000);
- Problemi di natura tecnica che possono inficiare la qualità dell'acquisizione geofisica, 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.

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*).

Il permesso di prospezione per il quale è stata fatta istanza non è un titolo minerario esclusivo, dunque si rivela indispensabile la coordinazione con le altre società titolari di permessi di ricerca/prospezione confinanti oppure molto vicini all'area in esame.

Per una panoramica di tali titoli si fa riferimento alla mappa di Figura 5.21 e alla Tabella 5.16.

Si sottolinea che non ricade nessun titolo minerario all'interno del perimetro dell'area in istanza di prospezione, e che non vi sono titoli minerari confinanti con l'area stessa. Ad una distanza minima di circa 20 miglia nautiche ad est dell'area in esame, nell'*off-shore* occidentale di Pantelleria, sono presenti un Permesso di Ricerca (ora sospeso) a nome Audax e una Richiesta di Concessione di Coltivazione a nome Eni-Edison. Nel settore di mare compreso tra l'area oggetto di prospezione e l'isola di Sicilia invece sono presenti numerosi titoli minerari: tra quelli più prossimi all'area di prospezione si contano tre istanze di permesso di ricerca (a nome Eni-Edison, Northern Petroleum e Northern Petroleum-Petroceltic Italia), cui si aggiungono due permessi di ricerca sospesi e due richieste di concessione di coltivazione intestati ad Eni S.p.A. in *joint venture* con Edison. Le aree per le quali è stata fatta istanza di permesso di ricerca non prevedono al momento attività di indagine geofisica, in quanto il permesso di ricerca non è stato ancora rilasciato. Anche per le aree caratterizzate da titoli sospesi si esclude la possibile sovrapposizione tra le attività di acquisizione.

Una volta ottenuta l'autorizzazione per la prospezione in mare, la Schlumberger condurrà una campagna di rilievo geofisico 3D 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 nelle aree limitrofe o nei permessi di ricerca ricadenti all'interno del perimetro della prospezione.

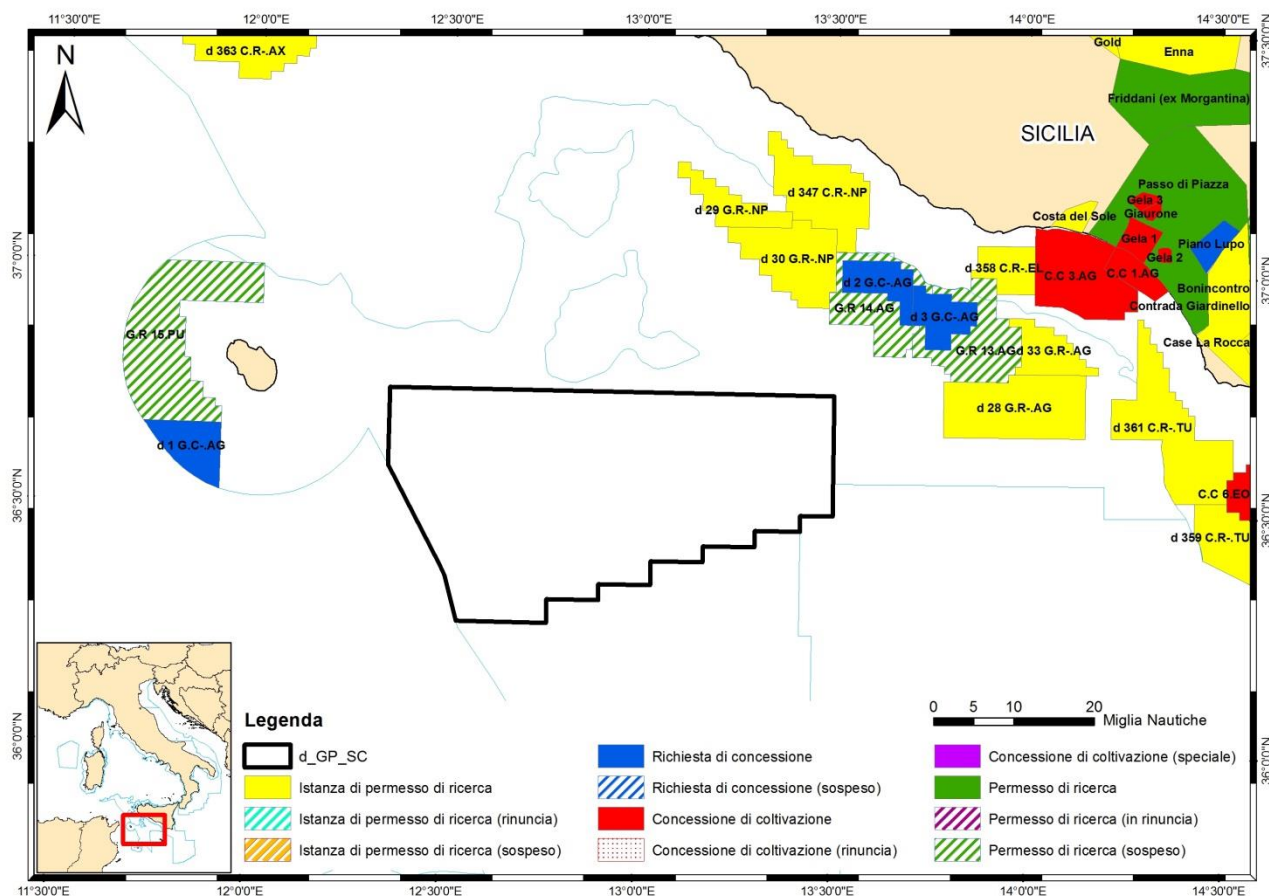


Figura 5.21 - Mappa di localizzazione dell'area in istanza di prospezione e distribuzione degli altri titoli minerari ed istanze attualmente presenti nelle zone limitrofe (fonte dei dati: unmig.sviluppo economico.gov.it)

Nome	Operatore	Tipo di Titolo	Conferimento	Stato	Distanza
d 28 G.R.-AG	Eni S.p.A., Edison	Istanza di permesso di ricerca	-	In corso presentazione VIA	13.7 MN
d 29 G.R.-NP	Northern Petroleum Ltd., Petroceltic Italia	Istanza di permesso di ricerca	-	In corso valutazione VIA	21.7 MN
d 30 G.R.-NP	Northern Petroleum Ltd.	Istanza di permesso di ricerca	-	In corso valutazione VIA	11 MN
d 1 G.C.-AG	Eni S.p.A., Edison	Istanza di concessione di coltivazione	-	In corso presentazione VIA	21 MN
d 2 G.C.-AG	Eni S.p.A.	Istanza di concessione di coltivazione	-	In corso valutazione VIA	12.2 MN
d 3 G.C.-AG	Eni S.p.A., Edison	Istanza di concessione di coltivazione	-	In corso valutazione VIA	12.8 MN
G.R. 14.AG	Eni S.p.A., Edison	Permesso di ricerca	08/11/1999	Sospeso	7 MN
G.R. 13.AG	Eni S.p.A., Edison	Permesso di ricerca	09/11/1999	Sospeso	11 MN
G.R. 15.PU	Audax Energy	Permesso di ricerca	12/11/2002	Sospeso	19 MN

Tabella 5.16 - Titoli minerari presenti nello Stretto di Sicilia nelle vicinanze dell'area per la quale è stata fatta istanza di permesso di prospezione, con distanza minima in miglia nautiche (fonte dei dati: unmig.sviluppo economico.gov.it)

Il lato sudorientale dell'area in istanza di prospezione, inoltre, si localizza in corrispondenza della linea di confine tra le acque italiane e maltesi, in adiacenza al Blocco 1 all'Area 3 della piattaforma di Malta, intestato (congiuntamente ai Blocchi 2 e 3, colorati in verde in Figura 5.22) a Capricorn Malta Ltd. e Melita Exploration Co. Ltd.

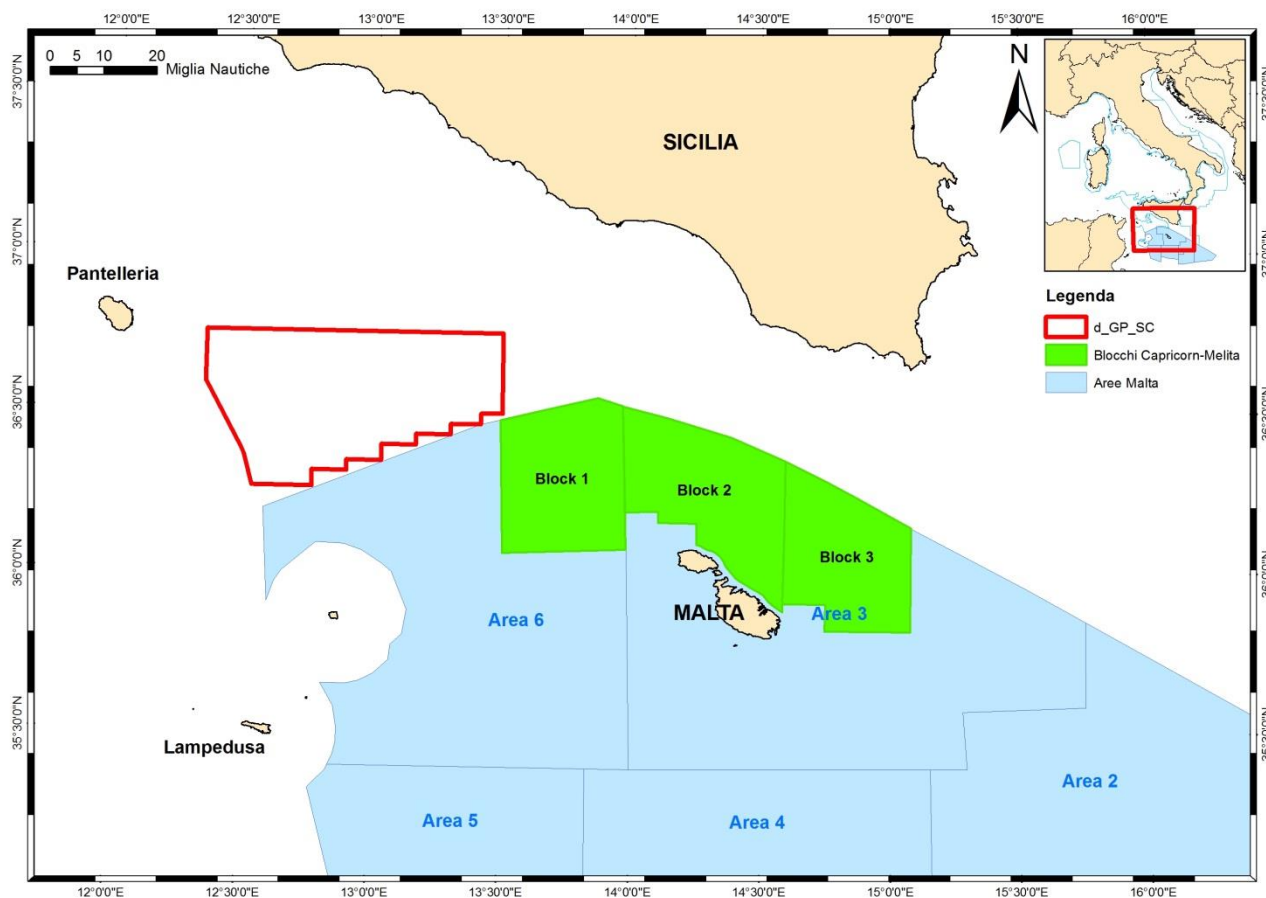


Figura 5.22 – Ubicazione dell'area in istanza di prospezione rispetto alle Aree di esplorazione in Piattaforma Maltese; in verde sono evidenziati i blocchi 1, 2, 3 dell'Area 3, a nome Capricorn Malta Ltd. e Melita Exploration Co. Ltd., confinanti con l'area in esame (elaborazione GIS da: mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx)

La situazione dell'esplorazione nell'*off-shore* di Malta vede la suddivisione in 7 Aree, a loro volta suddivise in blocchi (Figura 5.23). Attualmente, le Aree 1, 5 e 6 sono completamente libere da contratti. Le Aree 2 e 7 sono attribuite con licenza alla Heritage Oil tramite un contratto di *Production Sharing*. I blocchi 4, 5, 6 e 7 dell' Area 4 sono intestati tramite contratto di *production sharing* a Phoenicia Energy Company Limited (sussidiaria di Genel Energy plc) ed a Melita Exploration Company Limited (sussidiaria di Mediterranean Oil & Gas plc). Infine, i blocchi n. 1, 2 e 3 dell'Area 3 sono interessati da licenza per esplorazione, ossia *Exploration Study Agreement ESA*, a nome Capricorn Malta Limited (sussidiaria di Cairn Energy plc) e Melita Exploration Company Limited (mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx).

L'accordo di studio tra il Governo di Malta e Capricorn Malta Ltd. e Melita Exploration Co. Ltd. per i blocchi 1, 2 e 3 (Area 3), iniziato nel dicembre 2012, ha durata di due anni con la possibilità di estensione di 12 mesi per svolgimento di una eventuale campagna 3D, ed include il *reprocessing* della sismica 2D esistente, l'acquisizione e il *processing* di un minimo di 1.500 chilometri di nuovi dati 2D e la realizzazione di studi tecnici focalizzati al potenziale esplorativo dei tre blocchi (www.epmag.com/Exploration-Geology-Geophysics/Capricorn-Malta-Lands-Offshore-Exploration-Study-Agreement_110625).

Nel gennaio del 2014 Mediterranean Oil and Gas (MOG), la cui sussidiaria Melita Exploration Co. Ltd. è *partner* di Capricorn Malta nei Blocchi 1, 2 e 3, annunciò la preparazione di una campagna di acquisizione in *off-shore* maltese per un totale di circa 1500 chilometri di linee sismiche 2D entro la prima metà del 2014. Come pare evidente dal report rilasciato dalla Compagnia, tale programma di rilievo geofisico 2D è stato completato nell'aprile 2014 (www.medoilgas.com/media/25106/investor_presentation__23_may_14.pdf).

La campagna di rilievo geofisico nei blocchi dell'*off-shore* maltese confinanti con l'area in esame è dunque già terminata e c'è ragione di credere che non avverrà sovrapposizione di alcun tipo con l'attività di rilievo 3D che sarà condotta nelle acque italiane come previsto dall'istanza di prospezione per la quale è presentato il presente studio di impatto ambientale.

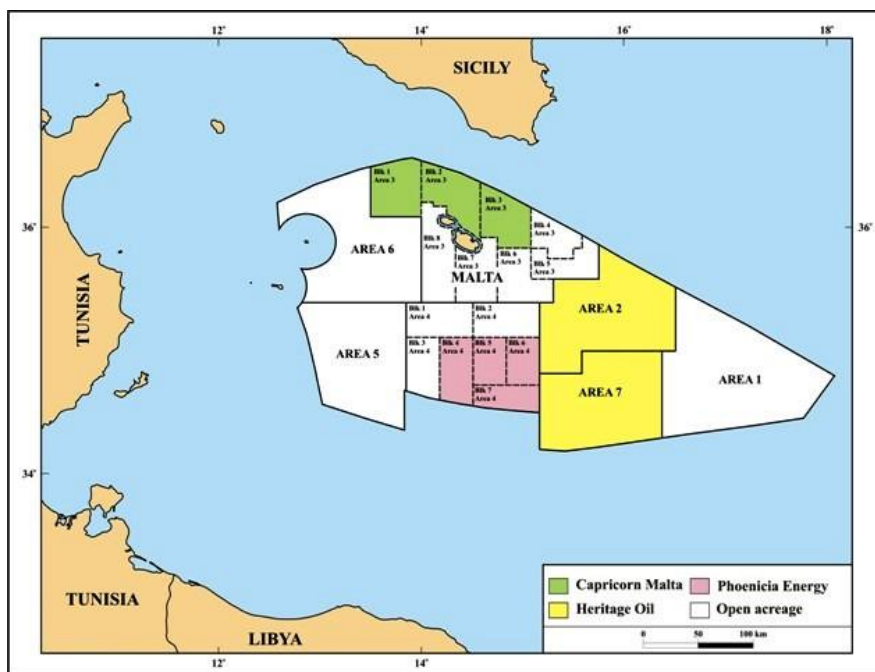


Figura 5.23 – Suddivisione dell'*off-shore* maltese in blocchi per l'esplorazione, con indicazione dei vari operatori (mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx)

Il lato sudoccidentale dell'area in istanza di prospezione, invece, confina con le acque territoriali della Tunisia. In corrispondenza di tale limite è presente il blocco "Nabeul", originariamente area di prospezione di 3.352 chilometri quadrati nel Golfo di Hammamet, poi trasformata in permesso di ricerca per una durata di 5 anni a partire dal giorno dopo la scadenza della licenza di prospezione (in data 23/01/2008), a beneficio della "REAP Tunisia GmbH" (passata poi a Capricorn Oil and Gas Tunisia ed in seguito a Cooper Energy Ltd.) e della *Tunisian Enterprise of petroleum activities* (ETAP), ossia la compagnia nazionale. Questa decisione fu presa in seguito all'acquisizione 2D da parte della società summenzionata di 3.178 chilometri di sismica a riflessione. Attualmente l'operatore all'85% è Cooper Energy Ltd. (Figura 5.24), mentre il restante 15% è di Dyas. Nel 2011, nella porzione più occidentale del blocco è stata fatta acquisizione di sismica 3D in un'area di 600 chilometri quadrati, in adiacenza ai campi produttivi di Birsa ed Oudna. Da quanto si evince dai report contenuti nel sito dell'Operatore sembra che non vi siano al momento in programma ulteriori campagne di rilievo geofisico nel blocco tunisino adiacente all'area in istanza di prospezione.

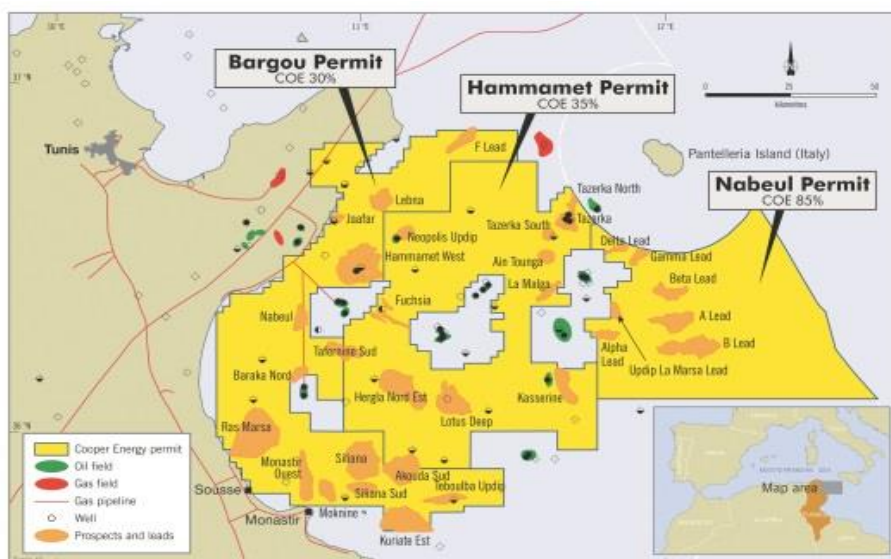


Figura 5.24 – Permessi intestati a Cooper Energy in off-shore tunisino. A destra è visibile il blocco Nabeul, confinante con l’area in istanza di prospezione (fonte: www.cooperenergy.com.au/our-operations/tunisia/gulf-of-hammamet/nabeul-permit)

Ogni titolo minerario segue di norma un proprio iter con le proprie tempistiche, ed è caratterizzato da uno stadio di avanzamento specifico, diverso da area ad area e da tipologia a tipologia; ciò rende estremamente improbabile che le indagini geofisiche avvengano nella stessa zona e nello stesso istante, specialmente per quanto concerne le aree intestate a diversi operatori.

Sarà comunque premura della società proponente, al fine di annullare le già remote possibilità di contemporaneità dei lavori, mantenere una costante comunicazione con le Capitanerie di Porto e con le amministrazioni coinvolte, fornendo agli organi competenti un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone interessate, oltre ad informarsi 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 ne deriverebbe.

5.4.8 Impatti sull’ambiente di un altro Stato

L’area in istanza di permesso di prospezione si localizza a circa 42 miglia marine, ossia oltre 77 chilometri, dalle coste nordoccidentali più vicine di Malta. La distanza in linea d’aria dalle coste tunisine più prossime invece si aggira attorno alle 60 miglia marine (oltre 110 chilometri).

Le aree marine protette ASP o SPA (*Special Protected Areas*) e le aree SPAMI (*Specially Protected Areas of Mediterranean Importance*) nel Mediterraneo sono riportate in Figura 5.25.

In Tunisia ricadono tre aree SPAMI (rac-spa.org/spami):

- “Kneiss Islands”, situata nella baia di Skhira a pochi chilometri dalla costa di Gabes;
- “Zembra and Zembretta National Park”, un piccolo arcipelago sito in posizione riparata nel settore nordorientale del Golfo di Tunisi;
- “La Galite Archipelago”, che comprende l’arcipelago sito nella Tunisia settentrionale a nord di Tabarka e di Bizerte.

La distanza dall’area in prospezione è notevole e pertanto si esclude ogni possibile influenza da parte dell’attività geofisica che qui sarà svolta.



Figura 5.26 – Mappa dei Siti Rete Natura 2000 a Malta (fonte: natura2000.eea.europa.eu/# - modificata)

Codice	Nome	Tipo	Estensione (ha)
MT0000105	Zona fil-Bahar fil-Grigal ta' Malta	SIC	15519.4000
MT0000103	Zona fil-Bahar fl-Inhawi tad-Dwejra (Ghawdex)	SIC	228.6100
MT0000019	L-Inhawi tad-Dwejra u tal-Qawra, inkluz Hagret il-General	SIC, ZPS	86.9300
MT0000020	L-Inhawi tax-Xlendi u tal-Wied tal-Kantra	SIC, ZPS	296.3000
MT0000027	Rdumijiet ta' Ghawdex: Ta' Cenc	SIC, ZPS	152.0700
MT0000104	Zona fil-Bahar fl-Inhawi ta' Mgarr ix-Xini (Ghawdex)	SIC	30.5600
MT0000030	Rdumijiet ta' Ghawdex: Il-Ponta ta' San Dimitri sal-Ponta ta' Harrux	ZPS	64.0400
MT0000001	L-Inhawi ta' Ghajn Barrani	SIC	54.5600
MT0000005	L-Inhawi tar-Ramla	SIC	7.4200
MT0000026	Il-Qortin tal-Magun u l-Qortin il-Kbir	SIC	53.4900

Tabella 5.17 – Elenco dei Siti Rete Natura 2000 che si trovano a Gozo di Malta (fonte dei dati: natura2000.eea.europa.eu/#)

Grazie all'assenza di ricettori sensibili nelle vicinanze dell'area in esame ed alla grande distanza di questa dalle coste maltesi, si esclude l'interazione tra le attività di rilievo geofisico che qui saranno condotte e le aree protette che ricadono nel mare degli stati confinanti con le acque della piattaforma italiana nel Canale di Sicilia.

6 MITIGAZIONI

Nell'ambito di questo capitolo saranno illustrate una serie di operazioni atte alla mitigazione degli effetti prodotti durante la campagna di acquisizione geofisica.

Facendo seguito all'analisi degli impatti legati all'attività di prospezione in progetto, identificati nel capitolo precedente, l'aspetto ambientale principale risulta essere la tutela della fauna sensibile potenzialmente presente nell'area, rappresentata in particolare da cetacei e rettili marini. Inoltre, un altro importante fattore da considerare è la necessità di ridurre al minimo le interferenze con le attività di pesca eventualmente presenti nell'area oggetto di istanza.

Come già descritto in precedenza, l'attività in progetto ha carattere di cantiere temporaneo mobile, in quanto l'attrezzatura è montata su un'apposita nave che si sposterà all'interno dello specchio di mare per compiere le operazioni di rilievo geofisico.

La società Western Geco che si occuperà del rilievo geofisico 3D dispone di una grande esperienza nel settore ed è solita attuare una serie di procedure e protocolli, basati sulle più importanti linee guida per la tutela dei cetacei e delle tartarughe marine.

Inoltre, Schlumberger si impegna ad effettuare il rilievo geofisico al di fuori dei periodi riproduttivi delle principali specie ittiche, in modo da ridurre al minimo e/o evitare qualsiasi eventuale interferenza. Il periodo riproduttivo della maggior parte delle specie ittiche nell'area si concentra durante la stagione primaverile.

6.1 Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina

In base alle caratteristiche ed gli effetti della propagazione del rumore generato dalle sorgenti utilizzate, saranno adottati alcuni accorgimenti aventi lo scopo di mitigare le possibili interferenze con la fauna marina dell'area in esame, ed in particolare con la specie più sensibile, costituita dai cetacei.

A bordo della nave di acquisizione vi saranno diverse figure incaricate della corretta attuazione delle misure mitigative da impiegare. Queste figure, nello specifico, sono:

- L'*Operations Manager* che avrà la responsabilità di assicurare, durante la fase di pianificazione, che sia valutato attentamente il rischio per la fauna marina, che siano considerate le direttive ed i requisiti normativi e che sia predisposta l'esecuzione delle opportune misure mitigative. Inoltre, ha il compito di fornire alle persone incaricate MMO (*Marine Mammals Observers*), attrezzature e risorse per poter effettuare le osservazioni, oltre alle attrezzature e risorse per il monitoraggio acustico passivo (PAM). Infine, deve assicurarsi che i report relativi alle osservazioni di mammiferi marini siano predisposti secondo le specifiche e vengano presentati alle autorità competenti.
- Il *Party Manager* che dovrà essere informato sulle più recenti linee guida di tutela della fauna marina e su leggi e regolamenti applicabili alla zona in cui verranno svolte le operazioni. Inoltre dovrà assicurarsi che l'approccio utilizzato sia sufficiente a permettere di eseguire le procedure; in aree di particolare sensibilità ambientale, mantenere un registro di tutti i membri dell'equipaggio che sono stati addestrati in merito alle procedure da seguire; includere una relazione di sintesi di attuazione della procedura di *soft start* nella relazione finale di conclusione lavori.
- Il *Senior Acquisition Specialist* ed il *Senior Handling Specialist* dovranno invece assicurarsi che la sorgente di energia venga avviata in base alla procedura *soft start* per i tempi previsti; assicurarsi che nessun *air-gun* venga attivato senza prima verificare con gli MMO che la zona di esclusione sia

libera da mammiferi marini; assicurarsi che tutto l'equipaggio nei rispettivi dipartimenti abbia chiara la procedura da seguire.

- I *Marine Mammal Observers* (MMO), e gli operatori PAM dovranno aver ricevuto la formazione specifica in un organismo riconosciuto ufficialmente, essere in possesso delle giuste competenze per ricoprire la funzione di osservatore MMO e operatore PAM; il loro compito sarà di eseguire le osservazioni per la tutela della fauna marina e di fornire tempestiva comunicazione a ufficiale di guardia, *party manager* e *senior acquisition specialist* in caso di avvistamenti, e di fornire rapporti di osservazione alle autorità competenti, se richiesto.

Western Geco dispone di specifici protocolli interni che l'equipaggio deve seguire nel momento dell'esecuzione dell'attività di acquisizione e nella redazione dei report di avvistamento da parte dei *Marine Mammal Observers*, in conformità con la normativa nazionale (Appendice 1).

WesternGeco, in assenza di restrizioni imposte dal decreto di compatibilità ambientale, seguirà le linee guida JNCC (*Joint Nature Conservation Committee*) per quanto riguarda l'osservazione della fauna marina ed il *soft start* della sorgente.

Le misure previste per la mitigazione degli impatti sulla fauna marina e sui mammiferi marini eventualmente presenti nell'area in esame, basate sull'utilizzo della procedura *soft-start* (Appendice 2), sono le seguenti:

1. Fase pre-acquisizione

- a) Il *Senior Acquisition Specialist* avviserà l'equipaggio del ponte per iniziare il loro controllo visivo quando la nave si trova in posizione per l'acquisizione geofisica.
- b) Gli MMO dovranno iniziare la guardia prima dell'attivazione della sorgente. Saranno presenti due osservatori MMO, i quali dovranno coordinarsi per assicurare che il monitoraggio della fauna marina sia intrapreso durante tutte le ore del giorno e che almeno un osservatore sia sempre disponibile.
- c) Durante le ore diurne, verranno effettuate osservazioni visuali con il binocolo e occhio nudo dal ponte (o dal punto più alto di osservazione) circa l'eventuale presenza di fauna marina. La zona di osservazione dovrebbe, dove la visibilità lo consente, estendersi a 360° intorno a tutta la nave dal centro dell'*array* di *air-gun* per almeno un raggio di 500 metri, definito "Zona di Esclusione" (ZE), ossia la distanza di sicurezza entro la quale si raggiunge il livello di esposizione massimo per i cetacei.
- d) Sarà eseguito un monitoraggio visivo a partire da 30 minuti prima dell'inizio dell'acquisizione, nei quali l'osservatore qualificato MMO provvederà ad accertare l'assenza di mammiferi marini nella zona di esclusione. In acque profonde (oltre 200 metri) la ricerca sarà estesa a 60 minuti in quanto potrebbero essere presenti specie, come il capodoglio, note per compiere immersioni profonde e prolungate.
- e) Il sistema di monitoraggio acustico passivo PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) verrà utilizzato in combinazione con il controllo visivo, e quindi si provvederà ad una ricerca acustica oltre che visiva di eventuali esemplari di mammiferi nell'area indagata. 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 per l'identificazione dei vocalizzi dei cetacei. Gli operatori PAM valuteranno tutte le rilevazioni acustiche per individuare l'eventuale presenza di cetacei all'interno di una zona di esclusione di 500 metri dal centro dell'*array*, e monitorare le vocalizzazioni durante ogni periodo di osservazione. In caso di scarsa visibilità ed acquisizioni notturne, sarà utilizzato esclusivamente il protocollo PAM. Ogni operazione verrà effettuata come da indicazioni del JNCC,

la linea guida ufficiale per la minimizzazione degli impatti sui mammiferi. E' importante sottolineare che, per ricoprire il ruolo di osservatore *Marine Mammal Observer* (MMO) e di tecnico per il PAM (monitoraggio acustico passivo), verrà impiegato personale tecnico altamente specializzato.

- f) Se si rilevano mammiferi marini all'interno della zona di esclusione, l'inizio dell'acquisizione deve essere ritardato di almeno 20 minuti dopo l'ultimo avvistamento. L'equipaggio del ponte informerà la sala di registrazione quando l'area sarà libera e si potranno iniziare le operazioni.

2. Implementazione *soft-start*

- a) L'adozione di questa particolare strumentazione tecnica consente di raggiungere gradualmente l'intensità di lavoro necessaria agli *air-gun*, in modo da arrivare a frequenza e intensità operative stabilite solo dopo aver effettuato un incremento del livello acustico del segnale in un intervallo di tempo di circa venti minuti. La potenza operativa aumenta indicativamente di circa 6 dB ogni 5 minuti.
- b) La procedura *soft start* verrà eseguita ogni volta che verrà attivata la sorgente di energizzazione, anche nel caso in cui non si verifici alcun avvistamento.
- c) La sala di registrazione non inizierà il *soft start* prima di 20 minuti dopo l'ultimo avvistamento di eventuali mammiferi entro un raggio di 500 metri dal centro dell'*array*.
- d) L'operazione di *soft start* verrà eseguita nuovamente ad ogni interruzione della prospezione di durata superiore ai venti minuti.
- e) Verranno utilizzati i livelli di potenza più bassi possibile, per ridurre eventuali interferenze con la fauna presente.

3. Operazioni in caso di avvistamento

- a) Nel caso in cui venissero rilevati mammiferi marini all'interno della zona di esclusione prima dell'avvio del *soft start*, l'operatore avviserà tempestivamente l'equipaggio della nave di prospezione, che ritarderà l'inizio dell'acquisizione di 20 minuti.
- b) A seguito di ogni avvistamento gli addetti saranno tenuti a dettagliare l'osservazione con l'utilizzo di schede standard. All'interno delle schede verranno riportate le seguenti informazioni: il numero di animali avvistati, la specie, il comportamento, la posizione esatta della nave in quel momento, per i rilevamenti visivi anche la descrizione del comportamento dell'animale o se ci sono variazioni, la direzione verso cui stanno nuotando, l'attività degli *air-gun* durante l'avvistamento, la distanza dal centro dell'*array*, la misura di mitigazione attuata e le eventuali note dell'osservatore.

4. Operazioni successive alla campagna di acquisizione

- a) Al termine della campagna di indagine i *Marine Mammal Observers* sono tenuti a 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). Il rapporto è strutturato secondo diverse sezioni: una parte introduttiva riporta le informazioni generali del rilievo geofisico, la seconda sezione riguarda lo svolgimento delle operazioni dettagliando l'utilizzo della sorgente acustica ed i *soft-start* effettuati, una terza parte descrive la forza lavoro ed i dettagli delle vigilanze effettuate, mentre l'ultima sezione descrive dettagliatamente gli avvistamenti, con le rispettive schede tecniche. Un esempio pratico di come viene strutturato il *report post survey* è fornito in Figura 6.1.

Per ulteriori informazioni in merito alle procedure di avvistamento che verranno attuate dagli MMO ed alla stesura del rapporto finale si rimanda all'Appendice 1.

SOMMARIO	
1. INTRODUZIONE	
1.1. Scopo del lavoro e sintesi	
1.1.1. Raccomandazioni	
1.2. Ubicazione geografica del rilievo	
1.3. Ambiente marino	
1.3.1. Batimetria	
1.3.2. Oceanografia	
1.3.3. Presenza e distribuzione delle specie di riferimento	
1.3.4. Attività antropiche locali	
1.3.5. Altre specie marine	
1.4. Piano di Gestione Ambientale (PGA) e Linee guida sulle mitigazioni	
2. OPERAZIONI DI RILIEVO SISMICO	
2.1. Mezzi impiegati	
2.2. Equipaggiamento tecnico ed emissioni sonore	
2.3. Specifiche tecniche	
2.4. Configurazione	
2.5. Procedura Soft Start	
3. METODO DI OSSERVAZIONE E RISULTATI	
3.1. Metodo di osservazione dei mammiferi marini	
3.2. Monitoraggio visivo	
3.3. Monitoraggio Acustico Passivo (PAM)	
3.4. Condizioni ambientali	
3.5. Lavoro degli osservatori	
3.6. Distribuzione delle specie e presenza	
3.7. Conformità con il PGA e le linee guida	
4. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	
4.1. Discussione e conclusioni	
4.2. Raccomandazioni	
4.3. Ringraziamenti	
4.4. Bibliografia	

Figura 6.1 - Esempio di un sommario di un report post survey redatto dagli MMO a conclusione di ogni campagna di acquisizione (fonte: Schlumberger)

6.2 Mitigazioni atte ad evitare l'intrappolamento di tartarughe

La mortalità delle tartarughe marine, anche in via di estinzione, causata dall'intrappolamento accidentale nelle boe di coda è un problema che interessa le aziende che operano nel settore dei rilievi geofisici marini.

La società Ketos Ecology nel 2007 ha pubblicato uno studio intitolato *“Reducing the fatal entrapment of marine turtles in towed seismic survey equipment”*, che ha delineato il problema della mortalità accidentale di tartarughe marine in seguito all'incagliamento nelle boe di coda delle navi geofisiche, formulando alcune raccomandazioni per minimizzare il problema attraverso l'uso del *“Turtle guards”*, un dispositivo montato nella parte anteriore della boa di coda (fonte: www.ketosecology.co.uk).

La boa di coda, ossia l'attrezzatura geofisica in cui potrebbe incagliarsi la tartaruga marina, è composta da un galleggiante fissato all'estremità di ogni cavo sismico, che viene utilizzato per monitorare l'ubicazione dei cavi, grazie a riflettori radar e *Global Positioning System* (GPS). L'applicazione di barre metalliche alla struttura che sostiene la boa di coda elimina il rischio di intrappolamento e di mortalità delle tartarughe con tempi e costi minimi.

La Figura 6.2, in accordo con lo studio summenzionato, mostra un esempio di boa di coda disegnata in modo da evitare l'intrappolamento accidentale di tartarughe, e che verrà utilizzata da Western Geco durante le operazioni di prospezione. In questo particolare tipo di boa di coda manca il rilievo a doppia deriva, avendo invece la parte anteriore che si inclina all'indietro con un basso angolo al di sotto della

struttura. Inoltre, nella parte anteriore, delle barre di metallo impediscono alle tartarughe di entrare all'interno della carena.

Questo particolare tipo di boa di coda, anziché avere due catene di traino all'interno delle quali le tartarughe potrebbero incastrarsi, utilizza un unico punto di traino. Nel caso in cui una tartaruga marina si trovasse in contatto con questa boa coda, verrà semplicemente fatta scorrere verso il basso dalla parte anteriore della boa e potrà quindi allontanarsi senza rimanere impigliata.

Ad oggi non sono stati riscontrati casi noti di mortalità di tartarughe nel caso dell'utilizzo di questo tipo di boe di coda ed è possibile, quindi, escludere qualsiasi episodio di mortalità accidentale grazie all'utilizzo di questa particolare strumentazione.



Figura 6.2 – Struttura delle boa di coda del cavo sismico normalmente utilizzata da Western Geco (fonte: Schlumberger)

6.3 Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca

Allo scopo di ridurre al minimo gli impatti derivanti dall'attività di prospezione geofisica sull'attività di pesca nell'area, verranno adottate diverse misure di mitigazione. Come misura preventiva, la fase di pianificazione della campagna di acquisizione geofisica prevede la suddivisione dell'area d'indagine secondo una griglia composta da maglie, in cui la prospezione viene effettuata in maniera sistematica occupando una zona alla volta, coincidente ad una maglia della griglia. Tale modalità permette di ridurre notevolmente l'occupazione dello specchio d'acqua e di programmare le aree interessate dall'attività in modo efficace e preciso, dando modo ai pescatori di conoscere con anticipo quali saranno le rotte seguite quotidianamente dalla nave di acquisizione.

Prima dell'inizio dei lavori ed in base a tale suddivisione, il proponente fornirà alle Capitanerie di Porto aventi giurisdizione sulla zona oggetto di indagine un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone interessate dall'attività proposta.

Si precisa inoltre, che le attività di rilievo geofisico verranno effettuate al di fuori del periodo in cui si concentrano le 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.

Prima di iniziare la campagna di indagine e durante lo svolgimento delle operazioni verranno presi contatti e con i pescatori e le unità gestionali territoriali, nominando un rappresentante locale che si occuperà di informare circa l'attività che verrà svolta ed il cronoprogramma delle operazioni, nonché di comunicare le rotte interessate.

7 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (2011). Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani, a cura di Cataudella S. e Spagnolo M. - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali.
- Adam J., Reuther C.-D., Grasso M., Torelli L., 2000, Active fault kinematics and crustal stresses along the Ionian margin of southeastern Sicily, *Tectonophysics*, vol. 326, pp. 217–239
- 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*
- Argnani A., Cornini S., Torelli L. & Zitellini N. (1986) – Neogene Quaternary Foredeep System in the Strait of Sicily. *Mem. Soc. Geol. It.*, 36, 123-130.
- Astraldi, M., Gasparini, G. P., Sparnocchia, S., Moretti, M., & Sansone, E. (1996). The characteristics of the water masses and the water transport in the Sicily Strait at long time scales. *Bulletin de l'Institut océanographique*, 95-115
- 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 : pag.61-68.
- Balestri E., Cinelli F. - 2003. Sexual reproductive success in *Posidonia oceanica*. *Aquat. Bot.*, 75 : pag. 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 : pag. 525-530.
- 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 Sciarra 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 Sciarra 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*
- Bédir, M., Tlig, S., Bobier, C., Aissaoui, N. (1996). Sequence stratigraphy, basin dynamics and petroleum geology of the Miocene from Eastern Tunisia. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 80 (1), 63–81
- Ben Ferjani, A., Buroillet, P.F. & Mejri, F. (1990). Petroleum Geology of Tunisia. *Mem. E.T.A.P.*, 1, 194.
- Ben-Avraham, Z., Nur, A., Cello, G., 1987. Active transcurrent fault system along the north African passive margin. *Tectonophysics* 141, 249–260.
- Beranger K., Mortier L., Gasparini G.-P., Gervasio L., Astraldi M., Crepon M. – 2004. The dynamics of the Sicily Strait: a comprehensive study from observations and models. *Deep- Sea Res. II* 51, 411–440
- Béranger, K., Mortier, L., Gasparini, G. P., Gervasio, L., Astraldi, M., & Crépon, M. (2004). The dynamics of the Sicily Strait: a comprehensive study from observations and models. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 51(4), 411-440.

- 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
- Bianchi, F., Carbone, S., Grasso, M., Invernizzi, G., Lentini, F., Longaretti, G., Merlini, S., et al. (1987). Sicilia Orientale: Profilo Geologico Nebrodi-Iblei. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 38, 429-458.
- Boccaletti, M., Cello, G., and Tortorici, L., 1987, Transtensional tectonics in the Sicily Channel: *Journal of Structural Geology*, v. 9, p. 869–876, doi: 10.1016/0191-8141(87)90087-3.
- Bonnefous J. (1972). Contribution à l'étude stratigraphique du Jurassique de Tunisie (Tunisie septentrionale et centrale, Sahel, zone des Chotts). Thèse de Doct. ès-Sciences, Université Paris VI, 397 pp.
- Burollet P. F. (1956). Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale. *Ann. Min. et Géol.*, N° 18, 352 p., 93 fig. 22 pl.
- Borum, J., & Greve, T. M. (2004). The four European seagrass species. *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*, 1.
- 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 : pag. 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 : pag. 343-362.
- Burollet P. F., Dumestre A., Keppel D, & Salvador A. (1952-54). Unités stratigraphiques en Tunisie centrale C.R. 19. Congr. Géol. Intern., fase., 21, pp. 243-254, Algeers.
- 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., Cattarino L., Freggi D., Rocco M., Argano R. – 2007. Incidental catch of marine turtles by Italian trawlers and longliners in the central Mediterranean. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems n.17*: 686-701
- 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(3), 135-140.
- Casotti R., Landolfi A., Brunet C., D’Ortenzio F., Mangoni O., Ribera d’Alcal’a 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 R. & D' Argenio B.,1982, *Schema geologico della Sicilia*. In: Catalano R., D' Argenio B., (Eds): *Guida alla geologia della Sicilia*, Ist. Geol. Univ. Palermo.
- Catalano R., Di Stefano P., Sulli A., Vitale F.P., 1996, Paleogeography and structure of the central Mediterranean: Sicily and its offshore area, *Tectonophysics*, vol. 260, pp. 291–323
- Catalano S., Monaco C., Tortorici L., Paltrinieri W. & N. Steel, 2004, Neogene-Quaternary tectonic evolution of the Southern Apennines. *Tectonics*, 23, TC2003, doi: 10.1029/2003TC001512.
- 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., 1987. Structure and deformation processes in the Strait of Sicily “rift zone”. *Tectonophysics* 141, 237–247.
- Civile, D., Lodolo, E., Accettella, D., Geletti, R., Ben-Avraham, Z., Deponte, M., Facchin, L., et al. (2010). The Pantelleria graben (Sicily Channel, Central Mediterranean): An example of intraplate “passive” rift. *Tectonophysics*, 490(3-4), 173-183. Elsevier B.V. doi:10.1016/j.tecto.2010.05.008
- 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
- 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, Fiskeri og Havet*, 9: 26
- Desbryères, D., A. Guille and J. Ramos. – 1972. Bionomie benthique du plateau continental de la côte Catalane Espagnole. *Vie Milieu*, 23: 335-363
- Dewey, J.F., Helman, M.L., Turco, E., Hutton, D.H.W., and Knott, S.D., 1989, Kinematics of the Western Mediterranean, in Coward, M.P., et al., eds., *Alpine tectonics*: Geological Society of London Special Publication 45, p. 265–283
- 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 : pag. 397-403.

- 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
- Donovaro R., Gambi C., Lampadariou N., Tselepides A. 2008 - Deep-sea nematode biodiversity in the Mediterranean basin: testing for longitudinal, bathymetric and energetic gradients. *Ecography* 31: 231 - 244
- D'ortenzio, F., & Ribera d'Alcalà, M. (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*, 6(2), 139-148.
- 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
- ETAP (1990). Petroleum Geology of Tunisia, Enterprise Tunisienne d'Activités Pétrolières, 194 pp
- 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., 2003, The Crop profiles across the Mediterranean Sea (CRO MARE I e II), CROP Atlas, Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, vol. 61, pp. 171-184
- 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
- Fiorentino F., Mazzola S., Garofalo G., Patti B., Gristina M., Bonanno A., Massi D., Basilone G., Cuttitta A., Giusto G.B., Gancitano S., Sinacori G., Rizzo P., Levi D., Ragonese S. – 2005. *Lo stato delle risorse demersali e dei piccoli pelagici e le prospettive di pesca "sostenibile" nello Stretto di Sicilia*
- 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 Sciarra 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
- Fournié, D. (1978). Nomenclature lithostratigraphique des séries du Crétacé supérieur au Tertiaire en Tunisie. *Bull. Cent. Rech. Exploration-production, Elf-Aquitaine, Pau*, 2, pp.97-148.
- García Lafuente J., Vargas J.M., Criado F., García A., Delgado J., Mazzola S. – 2005. Assessing the variability of hydrographic processes influencing the life cycle of the Sicilian Channel anchovy, *Engraulis encrasicolus*, by satellite imagery. *Fisheries Oceanography* 14 (1), 32-46
- Gardiner W., Grasso M., Sedgely D., 1995, Plio-Pleistocene fault movement as evidence for mega-block kinematics within the Hylean-Malta Plateau, Central Mediterranean, *Journal of Geodynamics*, vol. 19, n. 1, pp. 35-51

- Garofalo G., Ceriola L., Gristina M., Fiorentino F., Roberta P. – 2010. *Nurseries, spawning grounds and recruitment of Octopus vulgaris in the Strait of Sicily, central Mediterranean Sea*
- Gordon, J. C. D., Matthews, J. N., Panigada, S., Gannier, A., Borsani, J. F., & Di Sciara, G. N. (2000). Distribution and relative abundance of striped dolphins, and distribution of sperm whales in the Ligurian Sea cetacean sanctuary: results from a collaboration using acoustic monitoring techniques. *Journal of Cetacean Research and Management*, 2(1), 27-36, presented to the International Whaling Commission Scientific Committee, 1998.
- Gorshkov, A.I., Kossobokov, V., Soloviev, A.A. (2003) - Recognition of earthquake prone areas. In: (Edts., V. KEILIS-BOROK & A. SOLOVIEV) *Nonlinear Dynamics of the Lithosphere and Earthquake Prediction*. Springer, Heidelberg, 235-320.
- Gorshkov, A.I., Panza, G.F., Soloviev, A.A., Aoudia A. (2004) - Identification of seismogenic nodes in the Alps and Dinarides. *Boll. Soc. Geol. It.*, 123, 3-18.
- Gorshkov, A.I., Panza, G.F., Soloviev, A.A., Aoudia, A. (2002) - Morphostructural zonation and preliminary recognition of seismogenic nodes around the Adria margin in peninsular Italy and Sicily. *JSEE: Spring 2002*, 4 (1), 1-24.
- Grasso M., Torelli L., Mazzoldi G., 1999, Cretaceous–Palaeogene sedimentation patterns and structural evolution of the Tunisian shelf, offshore the Pelagian Islands (Central Mediterranean), *Tectonophysics*, vol. 315, pp. 235–250
- Guille, A. – 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. *II. Les communautés de la macrofaune. Vie Milieu*, 21: 149-280
- Hamad, N., Millot, C., & Taupier-Letage, I. (2005). A new hypothesis about the surface circulation in the eastern basin of the Mediterranean Sea. *Progress in Oceanography*, 66(2), 287-298.
- 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*
- Hopkins, T. S. (1978). *Physical processes in the Mediterranean basins*. University of South Carolina Press., 269–310, 1978.
- Hoyt, E. (2012). *Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises: A world handbook for cetacean habitat conservation and planning*. Routledge.
- 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
- ISPRA – 2012. *Strategia per l’Ambiente Marino: Valutazione iniziale sottoregione Mediterraneo Occidentale. Specie Rettili Marini*
- Jongsma, D., Van Hinte, J.E., Woodside, J.M., 1985. Geologic structure and neotectonics of the North African continental margin south of Sicily. *Mar. Pet. Geol.* 2, 156–179

- Klett T.R., 2001, Total Petroleum Systems of the Pelagian Province, Tunisia, Libya, Italy, and Malta—The Bou Dabbous– Tertiary and Jurassic-Cretaceous Composite, U.S. Geological Survey Bulletin 2202-D, 148 pp
- 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 et al., 1996 (tratto da sardegna ma non c'era La Bella G., Cannata S., Froggia C., Modica A., Ratti S., Rivas G. - 1996. First assessment of effects of airgun 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 sotomarine – parte II: stima degli impatti ed effetti sugli organismi. *IA Ingegneria Ambientale vol. XXXVIII n.5 maggio 2009 pp. 251-260*
- Lascazatos, 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*
- Lazar, B., Casale, P., Tvrtkovic, N., Kozul, V., Tutman, P., & Glavic, N. (2004). The presence of the green sea turtle, *Chelonia mydas*, in the Adriatic Sea. *Herpetological journal*, 14, 143-148.
- 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., Guarnieri P., 2006, Collisional and postcollisional tectonics of the Apenninic-Maghrebian orogen (southern Italy). *Geological Society of America Special Paper*, 409, 57-81.
- Lermusiaux, P. F. J., & Robinson, A. R. (2001). Features of dominant mesoscale variability, circulation patterns and dynamics in the Strait of Sicily. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 48(9), 1953-1997.
- 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.
- 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*
- Manzella, G. M., Gasparini, G. P., & Astraldi, M. (1988). Water exchange between the eastern and western Mediterranean through the Strait of Sicily. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 35(6), 1021-1035.

- Marbà N., Duarte C.M. - 1994. Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series*, 107: pag. 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: pag. 1-11.
- 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
- Mazzocchi M. G., Christou E. D., Frangopoulou N., Siolou-Frangou I. – 1997. Mesozooplankton distribution from Sicily to Cyprus (Eastern Mediterranean): I General aspects. *Oceanologia acta*, 20 (3): 521 – 535
- Mazzola S., Garcia A., Lafuente Garcia J. -1998. Distribution, biology and biomass estimates of the Sicilian Channel anchovy, *Rapporto finale progetto MED96-052.*, 6-9
- Mazzola S., Garcia A., Lafuente Garcia J., (1998) - Distribution, biology and biomass estimates of the Sicilian Channel anchovy, *Rapporto finale progetto MED96-052.*, 6-9.
- McCauley, R. D., Fewtrell, J., and Popper, A. N. - 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Am.* 113, 638–642 *MedSudMed Technical Documents 19”*)
- Meletti, C., e Valensise, G. (2004). Zonazione sismogenetica ZS9–App. 2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM, 3274.
- Millot, C., & Taupier-Letage, I. (2005). Circulation in the Mediterranean sea. In *The Mediterranean Sea* (pp. 29-66). Springer Berlin Heidelberg.
- Mingozi 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*
- 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
- Nittis, K., & Lascaratos, A. (1998). Diagnostic and prognostic numerical studies of LIW formation. *Journal of marine systems*, 18(1), 179-195.
- 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. Conservino 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*
- 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
- Panza G. e Peresan A. (2010). Stima neo-deterministica della pericolosità sismica per la definizione realistica dell'input sismico per l'isolamento degli impianti nucleari e chimici. Seminario GLIS -Roma, 22-10-2010.
- 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
- Payne J.F., Coady J., White D. - 2009. Potential effects of seismic airgun 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*
- Peresan, A (2013). Neo-deterministic seismic hazard assessment: an operational scenario-based approach from national to local scale. Convegno “Sicurezza sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante” ENEA - Roma, 7 febbraio 2013.
- 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. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(6), 3958-3971.
- 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*
- Ragonese S., Andreoli G., Bono G., Giusto G.B., Rizzo P., Sinacori G. – 2004. Overview of the available biological information on demersal resources of the Strait of Sicily. *ANNEX of GCP/RER/010/ITA/MSM-02 (MedSudMed Technical Documents n°2)*
- 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*
- Relini G., Mannini A., De Ranieri S., Bitetto I., Follesa M. C., Gancitano V., Manfredi C., Casciaro L., Sion L. – 2010. CHONDRICHTHYES CAUGHT DURING THE MEDITS SURVEYS IN ITALIAN WATERS. *Biol. Mar. Mediterr.* 17 (1): 186 – 204
- Reuther, C.-D., and Eisbacher, G.H., 1985, Pantelleria rift-crustal extension in a convergent intraplate setting: *Geologische Rundschau*, v. 74, p. 585–597, doi: 10.1007/BF01821214.
- Robinson A. R., Sellschopp J., Warn-Varnas A., Leslie W. G., Lozano C. J., Haley P. J., Anderson L. A., Lermusiaux P.F.J. – 1999. The Atlantic Ionian Stream. *Journal of Marine Systems* 20, 113-128
- Robinson A. R., Sellschopp J., Warn-Varnas A., Leslie W. G., Lozano C. J., Haley P. J., Anderson L. A., Lermusiaux P.F.J., (1999) - The Atlantic Ionian Stream. *Journal of Marine Systems* 20, 113-128.
- 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

- Scarascia, S., Cassinini, R., Lozej, A., and Nebulosi, A., 2000, A seismic and gravimetric model of crustal structures across the Sicily Channel Rift Zone: *Bollettino della Società Geologica Italiana*, v. 119, p. 213–222.
- Siokou-Frangou I., Shiganova T., Christou E., Kamburska L., Gubanov 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
- Siokou-Frangou, I., Christaki, U., Mazzocchi, M. G., Montresor, M., Ribera d'Alcalá, M., Vaqué, D., & Zingone, A. (2010). Plankton in the open Mediterranean Sea: a review. *Biogeosciences*, 7(5), 1543-1586.
- 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
- Sorgente R., Drago A. F., Ribotti A. – 2003. Seasonal variability in the Central Mediterranean Sea circulation, *Ann. Geophys.* 21, 299–322
- Sorgente, R., Drago, A. F., & Ribotti, A. (2003). Seasonal variability in the Central Mediterranean Sea circulation. In *Annales Geophysicae* (Vol. 21, No. 1, pp. 299-322).
- Sorgente, R., Olita, A., Oddo, P., Fazioli, L., & Ribotti, A. (2011). Numerical simulation and decomposition of kinetic energy in the Central Mediterranean: insight on mesoscale circulation and energy conversion. *Ocean Science (OS)*.
- Soussi M., Ben Ismaïl M.H., 2000, Platform collapse and pelagic seamount facies: Jurassic development of central Tunisia, *Sedimentary Geology*, vol. 133, pp- 93-113
- 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
- Sparnocchia, S., Gasparini, G. P., Astraldi, M., Borghini, M., & Pistek, P. (1999). Dynamics and mixing of the Eastern Mediterranean outflow in the Tyrrhenian basin. *Journal of Marine Systems*, 20(1), 301-317.
- Strandenes, S., & Vaage, S. (1992). Signatures from clustered airguns. *First Break*, 10(8).
- 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
- Troudi, H., Ghariani, H., Belkadhi, E., Lazreg, J., M'Rabet, A., & Acheche, M. H. (1999). Porosity development of the Upper Cretaceous Abiod fractured reservoir in Tunisia. EAGE 61st Conference and Technical Exhibition - Helsinki, Finland, 7 - 11 June 1999 (p. 2).
- 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
- 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 biocénose de vase profonde. *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, 22(4): 119

- 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.
- Warn-Varnas, A., Sellschopp, J., Haley Jr, P. J., Leslie, W. G., & Lozano, C. J. (1999). Strait of Sicily water masses. *Dynamics of atmospheres and oceans*, 29(2), 437-469.
- 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 airgun sound off Angola. *Mar. Turtle Newsl.* 116:17-20
- Yacobi Y., Zohary T., Kress N., Hecht A., Roberts 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
- Yellin-Dror A., Grasso M., Ben-Avraham Z., Tibor G., 1997, The subsidence history of the northern Hyblean Plateau margin, southeastern Sicily, *Tectonophysics*, vol. 282, pp. 277-289.

SITOGRAFIA

- Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Areas, ACCOBAMS: accobams.org
- American Association of Petroleum Geologists (AAPG): www.aapg.org
- Assemblée Nationale Française: www.assemblee-nationale.fr/13/europe/rap-info/i2618.asp
- Birdlife International: www.birdlife.org/datazone/geomap.php?r=i&bbox=-150%20-50%20150%2080
- Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali (CIBRA) dell'Università di Pavia: www-3.unipv.it/cibra
- Cooper Energy website: www.cooperenergy.com.au
- Dipartimento Regionale Azienda foreste Demaniali (DRAFD), Boschi della regione Sicilia: www.regione.sicilia.it/agricolturaeforeste/azforeste/
- Dossier WWF: awsassets.wwf.it/panda.org
- E&P magazine website: www.epmag.com
- Energypedia news: www.energy-pedia.com
- Ente Nazionale di Assistenza al Volo ENAV (AIP Italia - ENR 5.1-1): www.enav.it
- Gruppo di Oceanografia Operativa di Oristano: www.seaforecast.cnr.it
- Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa: gnoo.bo.ingv.it
- Guardia Costiera e Capitanerie di Porto: www.guardiacostiera.it
- Gundalf: www.gundalf.com
- GURS Gazzetta Ufficiale della Regione Sicilia: www.gurs.regione.sicilia.it
- Informazione turistica dell'Isola di Pantelleria: www.pantelleriaisland.it
- Informazione turistica riguardo l'Isola di Lampedusa: lampedusainfo.it

Informazione turistica riguardo l'Isola di Lampedusa: www.lampedusalife.it

Informazione turistica riguardo l'Isola di Linosa: www.linosa.it

Informazioni e statistiche sui comuni italiani: www.comuni-italiani.it

International Maritime Organization: www.imo.org

Isole Pelagie, area marina protetta, sito ufficiale: www.isole-pelagie.it/index.php/it/zonazione.html

Istituto Idrografico della Marina Militare: www.marina.difesa.it

Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia INGV, blog: ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia

Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia INGV, sezione di Milano – Zone sismiche: zonesismiche.mi.ingv.it/pcm3519.html

Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia INGV, zone sismiche: zonesismiche.mi.ingv.it/class2004.html

Istituto Nazionale di Statistica, sezione Demografia: www.demo.istat.it

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA): www.isprambiente.gov.it

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale ISPRA, Annuario dei dati ambientali: annuario.isprambiente.it/content/schedaindicatore/?v=10&id_ind=4314&id_area=A10&id_tema=T50

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale ISPRA, IDROMARE: www.idromare.it

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale ISPRA, Rete Mareografica Nazionale: www.mareografico.it

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale ISPRA, Siti di Interesse Nazionale: www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/caratterizzazione-e-documentazione

IUCN red list of the threatened species: www.iucnredlist.org

Legambiente Sicilia: legambientesicilia.it

Malta Environment and Planning Authority: www.mepa.org.mt/impnatareas-pas-int

Malta Government, Ministry for Transport and Infrastructure - Continental Shelf Department: mticms.gov.mt/en/Pages/Continental%20Shelf/Continental-Shelf.aspx

Marine Mammal Commission MMC: www.mmc.gov

Mediterranean Oil & Gas plc website: www.medoildgas.com

Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo – Database SITAP: sitap.beniculturali.it

Ministero dei Beni, delle attività Culturali e del Turismo, Direzione generale per le Antichità, Archeologia subacquea: www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: www.minambiente.it

Ministero dell'Ambiente, sito Naturaitalia: www.naturaitalia.it

Ministero dello Sviluppo Economico, progetto Videpi: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi

Monitoraggio degli spiaggiamenti di cetacei sulle coste italiane: mammiferimarini.unipv.it

OBIS SEAMAP: seamap.env.duke.edu/search

Oil on line: www.oilonline.com

Pelagos Cetacean Research Institute: www.pelagosinstitute.gr

Plemmirio, area marina protetta: www.plemmirio.it

Portale dei Parchi Italiani: www.parks.it

Progetto Iside: Italian Seismic Instrumental and parametric Data-base, INGV: iside.rm.ingv.it

Protezione Civile regione Sicilia: sit.protezionecivilesicilia.it

Protezione Civile, zone sismiche: www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp

Pubblication MAnagement: puma.isti.cnr.it

Ramsar site – Wetlands International: ramsarsites.wetlands.org

Regional Activity Center for Specially Protected Areas RAC/SPA: www.rac-spa.org

Regione Sicilia: pti.regione.sicilia.it

Rete Natura 2000, network viewer: natura2000.eea.europa.eu/#

Riserva di Vendicari: www.riserva-vendicari.it

Seamap Offshore Technology Solutions: www.seamap.com

Sito dell'Unione Europea (Direttive CE per navigazione e inquinamento da navi): europa.eu/index_it.htm

Società Italiana di Biologia Marina (SIBM): www.sibm.it

Sogesid S.p.A website: www.sogesid.it

Sonsdemar: www.sonsdemar.eu

Soprintendenza del Mare, Sicilia: www.regione.sicilia.it/beniculturali/archeologiasottomarina/relitti.htm

Spectrum Multi-Client services company: www.spectrumasa.com

Territorio ambiente e protezione civile della provincia di Ragusa: territorio.provincia.ragusa.it

Trattati delle Nazioni Unite (Convenzione di Espoo): treaties.un.org

UCLA Department of Ecology and Evolutionary Biology: www.eeb.ucla.edu

Unione Mondiale per la Conservazione della Natura IUCN: www.iucn.it

United nations environment programme – Mediterranean action plan: www.unepmap.org

United States Geological Survey (USGS): www.usgs.gov

University of Texas Institute for Geophysics (UTIG): www.ig.utexas.edu

Urbistat: www.urbistat.com

WesternGeco: www.slb.com/services/westerngeco.aspx

WWF Italia, articolo “Sicilia: il petrolio mi sta stretto”: www.wwf.it

APPENDICE

- 1) Marine Mammal Reporting, Procedure No.: M3MAQ/P002, Effective Date: 26 January 2011. Fonte: WesternGeco.
- 2) Airgun Soft Start Procedure, Document No.: M3MAQ/P001, Effective Date: 27 January 2012. Fonte: WesternGeco.



Marine Mammal Reporting

Procedure No.: M3MAQ/P002

Effective Date: 26 January 2011

Copyright © 2003-2011 WesternGeco, Unpublished Work. All rights reserved.

Intellectual Property

This work contains the confidential and proprietary trade secrets of WesternGeco and may not be copied or stored in an information retrieval system, transferred, used, distributed, translated or retransmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, in whole or in part, without the express written permission of the copyright owner.

This document is maintained in a controlled online electronic documentation system where any printed copies would be, by definition, uncontrolled. If this document is printed the user is responsible for validating it against the current online approved reference prior to each use.

Document Title: *Marine Mammal Reporting Procedure*

Document No.: *M3MAQ/P002*

Custodian: *WG Marine HSE Manager*

Revision History

Rev. No.	Effective Date	Description	Prepared by	Reviewed by	Approved by
02	26-Jan-11	Reformatted and reviewed. WG recording forms retired in favour of JNCC forms. Updated form descriptions, requirements and submission details. Updated references.	A.Waller	B.Marley D.Munro A.Marciniak	B.Marley
01	1 Aug 03	First release	M.Anderson	P.Hanna	M.Anderson
00	15-Mar-03	Draft	R.Ashbridge-Hall	M.Anderson	

1 Purpose

This procedure describes the method to be used for recording observations of marine fauna. This is a regulatory requirement in some areas of operations, but also serves a valuable purpose of increasing knowledge about distribution and abundance of fauna in areas often not covered by other reporting means. The standard forms referenced in this document are designed to meet the requirements of the UK, Ireland, USA and New Zealand regulations, but are appropriate for use anywhere in the world.

2 Scope

This procedure applies to all marine operations where it has been identified in the Project Plan that Marine Mammal Observations shall be carried out. Marine personnel are also encouraged to report observations at other times, and this procedure provides a framework to maximise the value of this data to marine biologists and researchers. (Note that although regulations and this procedure refer to “Marine Mammals”, the reporting of marine turtles and basking sharks is also encouraged).

3 Definitions

Term	Definition
<i>Cetacea</i>	Order of marine mammals which includes about 90 species of whales, dolphins, and porpoises.
<i>MMO</i>	Marine Mammal Observer. A person trained to maintain an active watch for marine fauna, and recording observations for regulatory reporting.
<i>PAM</i>	Passive Acoustic Monitoring system that uses hydrophones to detect and monitor the presence of vocalising marine mammals, particularly those that are difficult to detect visually. It provides greater sensitivity than visual observation, and allows detection during darkness, poor visibility weather and unfavourable sea state conditions. Software e.g. PAMGuard can process and analyse cetacean sounds.

4 Responsibilities

- a) The **Operations Manager** will:
- Ensure that during preparation of the Project Plan in association with the Client that the risk to marine life is evaluated, that regulatory requirements are considered, and that this procedure is invoked if appropriate.
 - Provide the appropriate resources to allow the regulatory requirements for Marine Mammal Observations to be met (i.e. personnel, competence, identification & recognition aids, training materials, optical devices, etc).
 - Provide Passive Acoustic Monitoring (PAM) systems with trained operators where this is required by contract, local regulations or license conditions in areas of sensitive habitats. PAM systems may also be recommended where seismic acquisition is planned to start in darkness or low visibility.
 - Ensure that when it is a requirement, observation and detection reports are submitted to the appropriate regulatory authority.

- Ensure that a summary of reporting activity is included in the Final Field Operations Report (FFOR).
- b) The **Captain** (or **Party Manager** on a time charter vessel) will:
 - Be familiar with the latest regulatory guidelines applicable to the area of operations.
 - Ensure that the Marine Mammal Observation program in place on the vessel meets those requirements.
 - Ensure that where dedicated Marine Mammal Observers (MMO) are provided, that they follow the guidelines regarding watch hours, reporting, and this procedure. (The MMO reports to the Captain).
 - Ensure that when marine fauna are observed, that appropriate action is taken to meet regulatory requirements, and that this action is recorded in the logs. This action may include delaying start of line, taking avoiding action, use of Airgun Soft Start Procedures and would of course be taken in consultation with the Party Manager. In some sensitive areas this may require that clear standing orders are issued to bridge officers.
 - Ensure that observation reports are recorded and filed according to local regulatory requirements or as defined in this procedure.
- c) The **Marine Mammal Observer** (MMO) and/or **PAM Operator** will:
 - Perform observations for marine fauna and provide timely communication to Officer on Watch, Party Manager, and Senior Acquisition Specialist.
 - Complete and send observation reports according to local regulatory requirements or this procedure (regulatory requirements take precedence).
 - Monitor compliance with the regulatory requirements or agreed procedures, and report any non-compliance to the Captain (or Party Manager) in a timely way.

5 Actions

Where Marine Mammal Observation or PAM has been mandated in either the Project Plan or by regulatory requirement in the area of acquisition, the MMO will observe for marine fauna as described in the *Airgun Soft Start Procedure M3MAQ/P001*. Records shall be made on the appropriate forms as described in the following sections, and submitted even if no marine mammals are sighted.

5.1 Mammal recording forms

Marine mammal recording forms, including a guide, are available for download from the JNCC (UK Joint Nature Conservation Committee) website at <http://www.jncc.gov.uk/page-1534>. These should be used in preference to the old WesternGeco forms (now retired). The Recording forms are ratified by the IAGC and can be used for direct submission of regulatory data to:

- UK – JNCC
- Gulf of Mexico – Minerals Management Service
- Ireland – National Parks and Wildlife Service
- New Zealand – Department of Conservation

Note: For Australian waters, sightings and survey information should be recorded within the 'Cetacean Sightings Application' software which is available on request from sightingsdata@aad.gov.au (see EPBC in References).

The JNCC *Marine Mammal Recording Form* is an Excel workbook containing four spreadsheets as follows. Each of the four forms is described in more detail in the sections below:

- **Cover page** – for general information about the survey
- **Operations** – for details of the use of the source
- **Effort** – for details of all watches kept for marine mammals
- **Sightings** – for details of sightings

JNCC also provide a *Deckforms* file that is a printer-friendly Word version of these forms. This can be used by MMOs to record hand-written observations and ensure they collect all the necessary information.

Notes made on the Deckforms MUST be transcribed into the Marine Mammal Recording Form Excel spreadsheets for submission electronically to regulators (see section 5.7). Deckforms themselves cannot be submitted.

5.2 General notes on completing forms

- All forms have a **Regulatory Reference Number**. Use the DECC number in UK, the MMS permit number in GoM, the OCS lease number, or if none have been issued use the WG project job number.
- Most data entry fields are fairly obvious; the spreadsheet cells provide drop down selection lists or input guidance messages where appropriate. Fields have data validation that will only allow entries in the required format or text limit.
- **Dates** should be entered in dd/mm/yy format.
- **Times** should be entered in UTC 24 hour clock with : separators.
- The **Comments** field in all forms should be used only for other information that doesn't fit in the dedicated columns.
- The **Flag Record** field can be used to identify a key record to draw attention to a particular event.

5.3 Cover Page

Use this form to record general survey information including:

- **Client** and location
- **Start** and **End dates**
- **Survey type** and number of source vessels
- Details of the **Sources** (type, number airguns, volume, depth, frequency, intensity, firing interval) and method used for soft start (increasing guns, increasing pressure, increasing frequency)
- Details of **MMOs**, their training, observation method, and/or the PAM system used.

5.4 Operations form

Use this form to record all airgun activity at any time of day throughout the survey, including firing overnight, for line shooting, testing, or any purpose. The MMO may need to remind the seismic crew of the need for a soft-start when testing the guns (see *Airgun Soft Start Procedure M3MAQ/P001*).

- Record the **Reason** (line or test) for firing the airguns.
- Record **Times** of key stages of all airgun activity – when the soft-start began, when the airguns reached full power (not necessarily the same time as the start of line, as the airguns may reach full power beforehand), when the line started, when the line ended, when/if the airguns were reduced in output, and when they stopped firing.
- Record the **Time pre-shooting search** began, which must be carried out prior to all uses of the airguns during daylight hours (including test firing). Record the time you started looking for marine mammals (visually or with use of PAM) before the airguns started firing, and then the time you stopped watching. Details of other MMO watches should be reported on the Effort form.
- Some fields may need to be left blank on some occasions, e.g.:
 - If a soft start began but was aborted before full power was reached, the time the soft start began and the time the airguns stopped would be entered, but the times of full power, start of line, end of line and reduced output would be left blank. Record "No full power" in the Comments column.
 - If you did not watch because it was dark or there was a large swell / fog / rough seas, etc. leave the pre-shooting search times blank, but still record the airgun activity. Record the reason in the Comments column.

5.5 Effort form

Use this form to record all MMO watches and/or acoustic monitoring with PAM, together with the weather and sea state conditions. The form should be completed every day of the survey, regardless of whether you actually see any marine mammals or not, and regardless of whether there is any seismic activity.

- Record the **Type** of observation (visual or PAM), and the MMO / PAM operator's name.
- Record the **Watch Time** how long you spent looking for marine mammals. This should only include periods when you were actually concentrating on looking for marine mammals.
- Record the vessel **Speed**, **Water depth**, and **Source activity** during each watch (e.g. soft start and run-in to a line, full power from SOL, variable (e.g. test firing), reduced power, or not active).
- Record the **weather** and **sea state** conditions regularly during the watch:
 - Wind to nearest direction or variable
 - Wind force on the Beaufort scale (0-12)
 - Sea state – glassy (like a mirror); slight (small wavelets with no or few white caps); choppy (small to moderate waves with many white caps); or rough (big waves, foam, spray). Alternatively use the Beaufort sea states (0 - 7+)
 - Swell – low (< 2 m); medium (2-4 m); large (> 4 m)
 - Visibility – poor (< 1 km); moderate (1-5 km); good (>5 km [3 miles])
 - Sun glare – no glare; weak glare; strong glare; variable
- Fill in a new record on the form at least every hour, or if the source activity or weather conditions change during a watch.
- **Start** and **End positions** in latitude/longitude shall be taken from GPS using the WGS84 datum, and recorded to 2 dec places.

5.6 Sightings form

The sightings form should be completed to record all visual sightings of marine mammals as well as acoustic detections using PAM.

- Use sequential **Sighting numbers**, starting at 1 for first sighting of survey, and 500 for first acoustic detection.
- Do not make duplicate records if animals are detected both visually and acoustically.
- Record the start and end **Times** of the encounter.
- Indicate **How** the sighting occurred –visually by an observer keeping continuous watch; visually spotted incidentally by the observer or someone else; acoustically detected by PAM; or both visually and acoustically before operators/observers informed each other.
- Latitude/longitude **Position** of the ship at the time of the sighting shall be recorded from GPS using the WGS84 datum, and recorded to 2 dec places.
- Identify the marine mammal **Species** as far as possible. If unable to, enter the species group the animal could have been. For example, if you know it's a whale not a dolphin, but you can't tell what sort of whale, put down "whale".
Useful categories are whale, large whale, medium whale, small whale, dolphin, patterned dolphin, un-patterned dolphin or groups of species of similar appearance e.g. blue/fin/sei whale, white-beaked/white-sided dolphin, common/white-sided dolphin etc.
It can also be useful to eliminate species that you know it definitely isn't e.g. medium-sized whale but not killer whale.
- If mixed species are sighted, enter each species as a separate record but use the same sighting or acoustic detection number.
- For visual sightings provide a **Description** of the animal – include features such as overall size; shape of head; colour and pattern; size, shape and position of dorsal fin; height, direction and shape of blow hole.
If you are certain which species it is, describe the characteristic features you used to identify it e.g. "hourglass pattern on flanks" for common dolphin. Good descriptions help to upgrade the veracity of identity of animals in the sightings.
- Enter the **Total** number of animals seen (or an estimate). For PAM enter a number when this can be determined from the detections or visually. If possible from observation, identify the **Number of Adults** and number of **Calves**.
- Describe any **Behaviour** exhibited by the animals, e.g. normal swimming, fast swimming, slow swimming, porpoising, breaching (animal launches itself out of the water and falls back in), tail-slapping, sky-pointing (animal almost vertical in the sea with head pointing towards the sky), feeding, resting, avoiding the ship, approaching the ship, bow-riding, or any other behaviour you see. When there are changes in behavior enter each separated by commas.
- Give the **Bearing** and **Range** of the animal from the ship when first seen or heard, or detected from PAM hydrophones.
- Give the animal's **Direction of travel** in two ways:
 - relative to the ship – towards ship; away from ship; parallel to ship in same direction as ship; travelling in opposite direction to ship; crossing ahead of ship; variable; milling.
 - In points of the compass.
- Give the **Airgun activity** both when the animals were first and last detected (full power; not firing; soft start; reduced power).
- Record the **Closest distance** of the animals from the airguns, and the **Time of closest approach**, whether or not the source is active. If the airguns are not out, then use the

closest distance to the ship or to the normal position of the airguns, and record a note in the Comments field.

- If a soft start was already being performed when the animals were observed, record the **First, Closest** and **Last** observed distances.
- If animals were present you will need to record what mitigating **Action** was taken according to the regulatory guidelines of the country, e.g. delay start of firing, shut-down of active source, power-down of active source, power-down then shut-down of active source, or none required. When required also enter the Time length of the power-down and/or shut-down.
- Estimate any loss of production (in Km) due to the mitigating actions of delays, power-downs, or shut-downs.

5.7 Filing and regulatory submission of forms

- a) Handwritten Deckforms may be disposed of after the information has been transcribed into the Excel Marine Mammal Recording Forms (Cover page, Operations, Effort, Sightings).
- b) If it is a condition of the survey permit, the Excel spreadsheets (not the Word Deckforms) should be submitted electronically to the relevant regulator in the country of operation at the required timescale. There is no longer any requirement to send printed hardcopy records to the regulatory bodies. Do not convert to PDF as this prevents easy importation into the database maintained by the regulatory body.
 - UK - Joint Nature Conservation Committee
 - Email to seismic@jncc.gov.uk
 - After the survey has been completed.
 - Gulf of Mexico - Minerals Management Service
 - Email to protectedspecies@mms.gov
 - On the 1st and 15th of each month.
 - Reports of whales within the exclusion zone that resulted in shut-down of the airguns is required to be submitted within 24 hours of the shut-down.
 - Ireland - National Parks and Wildlife Service
 - Email to offshore@environ.ie
 - Within 30 days of completion of the survey.
 - New Zealand - Department of Conservation
 - Email to marinemammals@doc.govt.nz
 - No later than 20 working days following survey completion.
- c) For Australian waters, on completion of the survey:
 - Export the sightings and survey information data recorded within the 'Cetacean Sightings Application' software as a text file.
 - Email the text file to sightingsdata@aad.gov.au as per the instructions within the application. A confirmation will be emailed upon receipt of each submission.
 - Within two months of survey completion.
- d) On completion of the survey all MMO Reports (Excel spreadsheets and exported data files) shall be archived in Supervision allowing access to Marine HSE Manager and Operations Manager.

6 Records

- a) Handling (Gun Mechanics) log
- b) Acquisition (Observers) log
- c) Marine Mammal Recording Forms (Cover page, Operations, Effort, Sightings)

7 References

- Airgun Soft Start Procedure, M3MAQ/P001
<http://intouchsupport.com/intouch/methodinvokerpage.cfm?caseid=3841450>
- Impact of Seismic Activity on Marine Fauna
<http://intouchsupport.com/intouch/methodinvokerpage.cfm?caseid=4763911>
- *Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys* : UK Joint Nature Conservation Council (JNCC), August 2010
<http://www.jncc.gov.uk/page-1534>
- *Implementation of Seismic Survey Mitigation Measures and Protected Species Observer Program* : US Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE), Minerals Management Service (MMS), Notice to Lessees and Operators, NTL No. 2007-G02
<http://www.gomr.boemre.gov/homepg/regulate/regsg/ntls/2007NTLs/07-g02.pdf>
- *Vessel Strike Avoidance and Injured/Dead Protected Species Reporting* : US Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE), Minerals Management Service (MMS), Notice to Lessees and Operators, NTL No. 2007-G04
<http://www.gomr.boemre.gov/homepg/regulate/regsg/ntls/2007NTLs/07-g04.pdf>
- *Mandatory Ship Reporting System for North Atlantic Right Whales, US NOAA Fisheries*
<http://www.nmfs.noaa.gov/pr/shipstrike/mst/>
- *Interaction between offshore seismic exploration and whales*, Australian Environment Protection and Biodiversity Conservation Act (EPBC), Policy Statement 2.1
<http://www.environment.gov.au/epbc/publications/seismic.html>
- *Species Agreements* : Convention on Migratory Species (CMS)
<http://www.cms.int/species/index.htm>
 - *Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS)*
http://www.cms.int/species/ascobans/asc_bkrd.htm
 - *Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (ACCOBAMS)*
http://www.cms.int/species/accobams/acc_bkrd.htm



Airgun Soft Start Procedure

Document No.: M3MAQ/P001

Effective Date: 27 January 2012

Copyright © 2003-2012 WesternGeco, Unpublished Work. All rights reserved.

Intellectual Property

This work contains the confidential and proprietary trade secrets of WesternGeco and may not be copied or stored in an information retrieval system, transferred, used, distributed, translated or retransmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, in whole or in part, without the express written permission of the copyright owner.

This document is maintained in a controlled online electronic documentation system where any printed copies would be, by definition, uncontrolled. If this document is printed the user is responsible for validating it against the current online approved reference prior to each use.

Document Title: *Airgun Soft Start Procedure*

Document No.: *M3MAQ/P001*

Document Owner: *WG Marine HSE Manager*

Revision History

Rev. No.	Effective Date	Description	Prepared by	Reviewed by	Approved by
03	27-Jan-12	Corrected pre-search and soft start requirements to match latest JNCC. Removed Stop Work section.	A.Waller	D.Munro R.Phillips B.Marley	B.Marley
02	26-Jan-11	Removed redundant SSS gun controller details. Added MMO and PAM information and pre-shooting search. Updated to JNCC regulations. Updated references.	A.Waller	R.Phillips A.Craven B.Marley	B.Marley
01	1-Aug-03	Added Trisor Specific instructions, general paragraph.	Robert Myhrer	I.Robertson, All VM's C.Inns	M.Anderson
00	15-Mar-03	Under revision to include reference to GOM, Australia etc	R.Ashbridge-Hall	M.Anderson	

*RDM documents stored in GeMS show latest revision changes only. Refer to GeMS for entire revision history.

1 Purpose

This procedure describes the method used to progressively increase the acoustic output of the source array at the start-up of each line in order to minimise injury and disturbance to marine fauna and to comply with regional guidelines and regulations. This mitigation measure is based on a precautionary principle that by slowly increasing the acoustic energy released, sufficient time is allowed for even relatively slow moving marine life to move away from the vicinity of the sound source. (Note larger Cetacea may only be able to move at 2 knots).

2 Scope

This procedure applies to all marine operations where it has been identified in the Contract and Project Plan that precautionary protection measures for marine fauna (especially Cetaceans, sea turtles and basking sharks) are required.

3 Definitions

Term	Definition
<i>Soft Start</i>	(Also known as Ramp-up). The gradual increase in emitted sound levels from an airgun array by progressively turning on the full complement of an array's airguns to increase the power over a defined period of time.
<i>Marine fauna</i>	For the purposes of this procedure, any high order animal that lives in the sea, including whales, dolphins, porpoises, sea turtles and basking sharks.
<i>Cetacea</i>	Order of marine mammals which includes about 90 species of whales, dolphins, and porpoises.
<i>MMO</i>	Marine Mammal Observer. A person trained to maintain an active watch for marine fauna, and recording observations for regulatory reporting.
<i>PAM</i>	Passive Acoustic Monitoring. System that uses hydrophones to detect and monitor the presence of vocalising marine mammals, particularly those that are difficult to detect visually. It provides greater sensitivity than visual observation, and allows detection during darkness, poor visibility weather and unfavourable sea state conditions.
<i>Observation Zone</i>	(Also known as Exclusion Zone or Mitigation Zone). A 500m radius area around the centre of the airgun array watched by the MMO for marine fauna, and which triggers a delay to start of airgun activity. Note: regional guidelines may have different distances.

4 Responsibilities

- a) The **Operations Manager** will:
 - Ensure that during preparation of the Project Plan in association with the Client, that the risk to marine life is evaluated, that guidelines and regulatory requirements are considered, and that this procedure is invoked if appropriate.

- Provide people, equipment and resources for Marine Mammal Observations where this is a contract or operating requirement.
 - Provide people, equipment and resources for Passive Acoustic Monitoring (PAM) where this is a contract or operating requirement.
- b) The **Party Manager** will:
- Be familiar with the latest marine fauna guidelines and regulations applicable to the area of operations.
 - Ensure that line approach is of sufficient length to permit carrying out this procedure.
 - In areas of particular environmental sensitivity, maintain a log of all crew who have been trained on this procedure. A sample form for this is attached in Appendix A.
 - Include a summary report of the implementation of the soft start procedure in the Final Field Operations Report (FFOR).
- c) The **Senior Acquisition Specialist** and **Senior Handling Specialist** will:
- Ensure that the source array is started according to this procedure and times entered into their shift logs.
 - Ensure that no airguns are fired without first verifying with the bridge or the MMO that the 500m zone is clear of marine fauna.
 - Ensure that all the crew in their departments read and understand this procedure.
- d) **Marine Mammal Observers (MMO)** and **PAM Operators** will:
- Receive training from a recognized body, and be competent to take either a dedicated or secondary role as MMO or PAM operator.
 - Perform observations for marine fauna and provide timely communication to Officer on Watch, Party Manager, and Senior Acquisition Specialist.
 - Provide observation reports to regulatory bodies as required.

5 Actions

There are worldwide variations in marine fauna guidelines, resolutions and regulations that are in place in many exploration areas, e.g. UK Continental Shelf, California, Gulf of Mexico, Canada, Australia, New Zealand, Brazil, Sakhalin, Baltic, and Mediterranean (see References).

The observation and soft-start procedures adopted shall comply with national regulations, conditions of licenses, permits and contracts applicable to the location, or in accordance with mitigation measures included in an approved Environmental Impact Assessment.

The use of one or two trained Marine Mammal Observers and Passive Acoustic Monitoring (PAM) systems as a mitigation tool, may be a license requirement, and shall be used together if available.

In the absence of any local or contractual requirements, WesternGeco will follow the JNCC (Joint Nature Conservation Committee) Guidelines (see References) for marine fauna observation and airgun soft start which form the basis for this procedure.

5.1 Pre-shooting search

- a) The Senior Acquisition Specialist will inform the bridge crew to start their visual check when ready to start the line approach.

- b) If dedicated MMOs are required they shall concentrate their efforts on keeping a watch before commencement of a seismic source. Where two MMOs are available they shall collaborate to ensure that monitoring for marine fauna is undertaken during all daylight hours and that an observer is always available. Otherwise bridge crew will keep watch.
- c) Perform a pre-shooting search over 30 minutes before initiating firing of the airguns.
 - In deep water >200m extend the pre-shooting search to 60 minutes to allow for deep diving species.
- d) During daylight hours, make visual observations using binoculars and the naked eye from the bridge (or highest vantage point) for the presence of marine fauna. The observation zone should, where visibility allows, extend 360° around the whole of the vessel and the centre of the airgun array out to at least a 500m distance.
 - Instructions on how to make and use a range finding stick are available on the JNCC website <http://www.jncc.gov.uk/page-1534>.
- e) If PAM equipment is available on the vessel, it shall be used in conjunction with visual monitoring. Operators will monitor the system for Cetacea vocalisations during each pre-shooting observation period. Ideally the PAM system should be monitored continually during day and night time shooting and during periods of low visibility.
- f) The PAM operators will assess any acoustic detections and judge if there are likely to be marine fauna within a 500m range from the airguns.
- g) If marine fauna are observed or detected within the 500m observation zone, the start of the seismic sources should be delayed for at least 20 minutes after the last sighting.
- h) Inform the Party Manager and Client rep of the delay to line acquisition.
- i) Bridge crew will inform the Recording Room when the area is clear to soft start.
- j) MMOs and PAM Operators will record and report their observations according to the *Marine Mammal Reporting Procedure M3MAQ/P002*.

5.2 Soft start process

Where no contract, license or regulations apply, the following principles shall be adopted.

- a) If operating in an area where marine fauna are likely to be present, the soft start procedure should be followed every time the airguns are used, even if no fauna has been observed.
- b) The Recording Room will not commence soft start of airguns until at least 20 minutes has elapsed since the last sighting of any marine fauna within a 500m radius of the centre of the arrays.
- c) The Senior Acquisition Specialist will ensure that the line approach is of sufficient length to permit carrying out this procedure.
- d) Build up power slowly from a low energy start-up. Start with the smallest volume airguns in the array and progressively add others over at least 20 minutes to give adequate time for marine fauna to leave the vicinity.
 - As a guideline, gradually increase the array volume so that the number of guns firing has doubled after each 4-5 minutes elapsed time, (this corresponds approximately to an increase of 6dB per 5 minutes).
 - Soft start should take approximately 20 minutes to minimise additional noise in the marine environment, and no longer than 40 minutes.

- Start the line immediately to avoid unnecessary firing at full power before commencement of the line.
- e) If the line change time is less than 20 minutes (or soft start duration), continue to fire the full airgun array during the turn.
- f) For line changes greater than 20 minutes, stop the guns and recommence the soft start process timed to begin 20 minutes before the next line start. Perform a pre-shooting search during the line change.
- g) Start Of Line noise records may be taken as normal on completion of the soft start, as marine fauna are not expected to return during a few minutes break in firing.
- h) If airguns are stopped for greater than 10 minutes for any reason, perform a full pre-shooting search and the 20 minute soft start process. If marine fauna is present then recommencement of shooting should be delayed as per section 5.1 Pre-Shooting Search.
- i) If airguns are stopped for less than 10 minutes, make a visual check for marine fauna within the 500m observation zone and, if none are present, recommence firing the airguns immediately.
- j) If marine fauna are observed while the airguns are firing during soft start or full power, there is no requirement to stop shooting, but details shall be recorded and reported.
- k) The operating times of the airguns and the soft start process must be recorded in a log, together with any explanation if the procedures cannot be followed for any reason. (Note that this log may have to be submitted to the regulatory authority).
 - The following times shall be recorded – start of pre-shooting search, start of soft start/ ramp-up, time at full power, time of start of line, time at end of line, time at reduced output (if relevant), time airguns stopped.
 - See the *JNCC Marine Mammal Recording Form – Operations* spreadsheet for method of recording airgun activity, reference *Marine Mammal Reporting Procedure, M3MAQ/P002*.

5.3 TRISOR gun controller soft start instructions

- a) The source will be brought to full volume by firing a set sequence of small volume guns on either the port or starboard arrays and progressively adding to it. A minimum number of shot points will be specified in which to reach full volume.
- b) This process can be done automatically by setting the following parameters in the /trisor/tris_etc/trisor.rc file:

TRISOR.SoftStart:	1	# 0 = Off, 1 = On
TRISOR.RampUpRate:	1.5	# No of guns enabled each shot
- c) The TRISOR.RampUpRate should be set to meet the requirements described in 5.2. The soft start firing sequence should be initiated with TRISOR in normal production mode, and time needs to be allocated to allow for a complete soft start prior to first production shot point.

5.4 Alternative soft start

If there are technical reasons why air gun arrays cannot be progressively increased in volume, e.g for high resolution or VSP surveys that use small numbers of airguns, then the following alternative methods may be used:

- Slowly increase the air pressure in 500 psi steps (dependent on model of the airgun used). The time from initial airgun start up to full power should be at least 20 minutes, or
- Fire the guns with increasing frequency over a period of 20 minutes until the desired firing frequency is reached.

6 Records

- a) Handling (Gun Mechanics) log
- b) Acquisition (Observers) log
- c) Procedure Signature Sheet (see Appendix A)
- d) JNCC Marine Mammal Recording Form - Operations

7 References

- Marine Mammal Reporting Procedure, M3MAQ/P002
<http://intouchsupport.com/intouch/methodinvokerpage.cfm?caseid=3841451>
- Impact of Seismic Activity on Marine Fauna
<http://intouchsupport.com/intouch/methodinvokerpage.cfm?caseid=4763911>
- *JNCC Guidelines for minimising the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys* : Joint Nature Conservation Council (JNCC), August 2010
<http://www.jncc.gov.uk/page-1534>
- *Implementation of Seismic Survey Mitigation Measures and Protected Species Observer Program* : US Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement (BOEMRE), Minerals Management Service (MMS), Notice to Lessees and Operators, NTL No. 2007-G02
<http://www.gomr.boemre.gov/homepg/regulate/regs/ntls/2007NTLs/07-g02.pdf>
- *Mitigation of Seismic Noise in the Marine Environment : Statement of Canadian Practice*, Department of Fisheries and Oceans, Canada, 2007
<http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/management-gestion/integratedmanagement-gestionintegree/seismic-sismique/statement-enonce-eng.asp>
- *Interaction between offshore seismic exploration and whales*, Australian Environment Protection and Biodiversity Conservation Act (EPBC), Policy Statement 2.1, Sept 2008
<http://www.environment.gov.au/epbc/publications/pubs/seismic-whales.pdf>
- *Guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals from seismic survey operations*, Department of Conservation, New Zealand, February 2006
<http://www.doc.govt.nz/publications/conservation/native-animals/marine-mammals/minimising-acoustic-disturbance-to-marine-mammals-from-seismic-surveys/>
- *Species Agreements* : Convention on Migratory Species (CMS)
<http://www.cms.int/species/index.htm>
 - *Agreement on the Conservation of Small Cetaceans of the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas (ASCOBANS)*
http://www.cms.int/species/ascobans/asc_bkrd.htm
 - *Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area (ACCOBAMS)*
http://www.cms.int/species/accobams/acc_bkrd.htm

Appendix A – Procedure Signature Sheet

In some areas of particular sensitivity there may be a requirement for all crew involved in the “Airgun Soft Start Procedure” to fill in the sheet below to confirm that they have read this procedure and understand it. A reference to the location of this sheet is to be entered into the Vessel SEHF (Site Environmental History File) in Section 8, which covers Environmental Training.

AIRGUN SOFT START PROCEDURE - SIGNATURE SHEET			
DATE	NAME	POSITION	SIGNATURE

Schlumberger Private