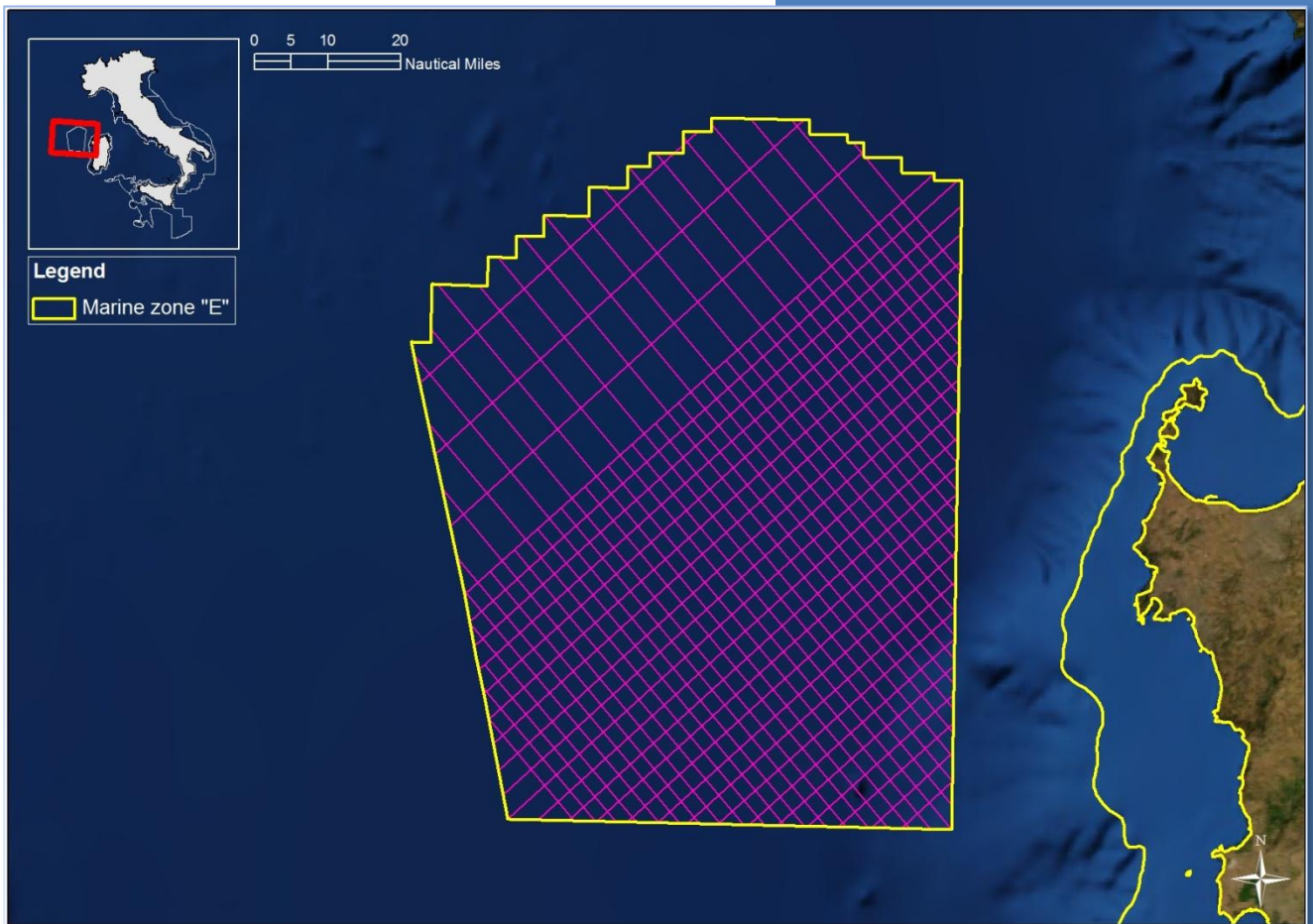


Marzo 2014

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Istanza di Permesso di Prospezione in Mare d 1 E.P-.SC



Proponente:

Schlumberger Italiana S.p.A.

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	14
1.1	Ubicazione geografica dell'area di intervento.....	14
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.....	19
2.1	Impostazione dell'elaborato.....	19
2.2	Normativa di riferimento.....	20
2.2.1	Normativa in ambito internazionale.....	20
2.2.2	Normativa Europea di settore	27
2.2.3	Normativa nazionale.....	31
2.3	Linee guida per la tutela dei mammiferi marini	34
2.3.1	Linee guida emanate dal JNCC.....	35
2.3.2	Linee guida emanate da ACCOBAMS.....	37
2.3.3	Linee guida redatte dall'ISPRA.....	41
2.4	Regime vincolistico	42
2.4.1	Aree naturali protette.....	42
2.4.2	Aree marine protette.....	44
2.4.3	Aree Specialmente protette di Importanza Mediterranea	47
2.4.4	Zone marine di ripopolamento e Zone marine di tutela biologica.....	47
2.4.5	Zone Umide di Importanza internazionale (Convenzione di Ramsar, 1971).....	48
2.4.6	Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale (Siti Rete Natura 2000).....	49
2.4.7	Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Area (IBA)	50
2.4.8	Zone archeologiche marine	51
2.4.9	Aree vincolate in base a specifiche ordinanze emesse dalla Capitaneria di Porto	53
2.4.10	Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN).....	57
2.4.11	Aree marine militari.....	60
2.4.12	Aree soggette a vincoli paesaggistici	63
2.5	Zonazione sismica.....	65

3	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	69
3.1	Inquadramento geografico del progetto.....	69
3.1.1	Generalità dell'intervento	69
3.1.2	Ubicazione dell'area	70
3.2	Programma lavori del permesso di prospezione.....	71
3.3	Descrizione delle tecnologie di ricerca	72
3.3.1	Indagine geofisica: il metodo sismico.....	72
3.4	Programma di acquisizione geofisica offshore.....	76
3.4.1	Acquisizione con Western Geco	77
3.4.2	Acquisizione con SeaBird.....	82
3.5	Durata delle attività.....	87
3.6	Eventuali opere di ripristino	88
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	91
4.2.2	Inquadramento geologico regionale	94
4.2.3	Panorama geologico locale.....	97
4.3	Ambiente Marino	106
4.3.1	Inquadramento climatico	106
4.3.2	Condizioni meteomarine	108
4.3.3	Regime ondametrico	117
4.3.4	Salinità	118
4.3.5	Venti	121
4.3.6	Correnti marine	123
4.4	Flora e fauna	128
4.4.1	Plancton	128
4.4.2	Ittiofauna	131
4.4.3	Mammiferi marini.....	132
4.4.4	Rettili marini	153
4.4.5	Benthos e Biocenosi	156
4.4.6	Nursery e zone di ripopolamento ittico.....	160
4.4.7	Avifauna	163

4.5	Aree naturali protette.....	164
4.5.1	Aree Naturali Protette marine e costiere.....	164
4.5.2	Zone costiere interessate da zone umide internazionali (Convenzione di RAMSAR, 1971) .	175
4.5.3	Zone marine e costiere interessate da siti Rete Natura 2000	178
4.5.4	Zone marine e costiere interessate da “Important Bird Area” (IBA).....	180
4.5.5	Zone di Tutela Biologica (ZTB)	193
4.6	Contesto socio-economico	194
4.6.1	Andamento demografico.....	194
4.6.2	Situazione economica.....	198
4.6.3	Utilizzazione dell’area costiera.....	200
4.6.4	Pesca.....	203
4.6.5	Traffico marittimo.....	207
5	ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI	211
5.1	Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti	211
5.1.1	Azioni di progetto	211
5.1.2	Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto.....	212
5.1.3	Componenti ambientali interessate	213
5.2	Identificazione degli impatti ambientali.....	215
5.2.1	Interazioni tra azioni di progetto e componenti ambientali	215
5.3	Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto	216
5.4	Analisi e stima degli impatti sulle componenti ambientali	219
5.4.1	Impatto sulla componente atmosfera.....	219
5.4.2	Impatto sulla componente ambiente idrico	222
5.4.3	Impatto sulla componente clima acustico marino	226
5.4.4	Impatto sulla componente Biodiversità ed Ecosistemi	238
5.4.5	Impatto sulla componente contesto socio-economico.....	248
5.4.6	Impatto sulla componente Paesaggio	250
5.4.7	Impatti cumulativi con altri piani e progetti.....	252
6	MITIGAZIONI.....	254
6.1.1	Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina.....	254
6.1.2	Mitigazioni atte ad evitare l’intrappolamento di tartarughe	256
6.1.3	Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca	257
7	BIBLIOGRAFIA	258

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Distribuzione delle zone marine nell’offshore Italia comprese all’interno dei limiti marini internazionali.....	15
Figura 1.2 - Ubicazione dell’area in istanza di permesso di prospezione (poligono rosso) su cartografia nautica dell’Istituto Idrografico della Marina, n. 432 “Dal Mar Balearico al Mar Tirreno”	16
Figura 2.1 – Mappa con indicazione delle zone marine così come rimodulate dal D.M. 09/08/2013 (fonte: Ministero dello sviluppo economico, http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp)	22
Figura 2.2 – Zona marina E con indicazione dell’area recentemente aggiunta (in verde scuro) in cui è possibile presentare nuove istanze (fonte: Ministero dello Sviluppo Economico, http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp)	23
Figura 2.3 - Mappa dei Parchi Nazionali Presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it).....	43
Figura 2.4 Aree Marine Protette nel territorio Italiano(fonte: www.minambiente.it)	45
Figura 2.5 - Aree Marine protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it).....	46
Figura 2.6 - Aree Marine di Reperimento, meritevoli di tutela, ma per cui non è ancora iniziato nessun iter istruttorio (fonte: www.minambiente.it)	46
Figura 2.7 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)	48
Figura 2.8 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: Caffio, 2007).....	51
Figura 2.9 – a sinistra foto satellitare con indicazione dell’area in cui ricade il sito archeologico di Cala Reale (fonte: http://www.asinaramarina.com); a destra foto subacquea del sito (fonte: Ufficio stampa Comune di Porto Torres).....	53
Figura 2.10 – mappa dell’area oggetto di prospezione con indicazione delle aree a 12 e 24 miglia nautiche (NM) dalla costa e localizzazione dei siti di interesse archeologico subacqueo più vicini	53
Figura 2.11 – Mappa di riferimento e coordinate dell’area interessata dal recupero del relitto Corazzata Roma (fonte: ordinanza n. 32/2013 della Capitaneria di Porto di Porto Torres, modificata con tabella coordinate)	54
Figura 2.12 – Stralcio di carta nautica n.48 dell’Istituto Idrografico della Marina Militare e tabella coordinate dell’area interdetta attorno all’AMP Penisola del Sinis – Isola DI Mal di Ventre (fonte: Ordinanza n. 16 del 2012 della Capitaneria di Porto di Oristano, modificata con indicazione dell’area oggetto d’istanza di prospezione)	55
Figura 2.13 - Mappa con localizzazione dell’area di Capo Caccia interdetta al transito e tabella coordinate (fonte: ordinanza n. 32/2013 dell’Ufficio Circondariale marittimo di Alghero, modificata; immagini da Google Maps)	55
Figura 2.14 – mappa con ubicazione della boa della Rete Ondametrica Nazionale “Alghero”	56

Figura 2.15 – area in località Porto Managu interdetta alla navigazione secondo l’avviso di pericolosità n. 01/2010 emanato dall’Ufficio Circondariale Marittimo di Bosa (fonte: http://www.guardiacostiera.it/capitanerieonline/ordinanze ; mappe da google maps, modificate).....	57
Figura 2.16 – mappa dei siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN) con indicazione dei siti divenuti di competenza delle Regioni nel 2013. (fonte: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/PROCEDURE_BONIFICHE_2013.pdf	58
Figura 2.17 – Mappa di localizzazione dell’area SIN di Porto Torres (in verde), rispetto al blocco oggetto di istanza di prospezione (in arancione).....	59
Figura 2.18 – Stato delle bonifiche nel SIN dell’area industriale di Porto Torres aggiornato al 1° marzo 2012 (fonte: www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/PROCEDURE_BONIFICHE_2013.pdf).....	59
Figura 2.19 - 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 2.20 – Stralcio modificato della Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni) con ingrandimento della Sardegna e indicazione dell’area oggetto di istanza di permesso di prospezione (in arancione). Fonte della cartografia di base: www.marina.difesa.it/ , modificata.....	62
Figura 2.21 – Mappa della Sardegna settentrionale con indicazione dei siti vincolati ai sensi de D.Lgs. 42/2004, segnati in giallo e dell’area di prospezione, in arancione (fonte: database SITAP, modificato - http://sitap.beniculturali.it/).....	64
Figura 2.22 – Mappa con indicazione degli eventi sismici dal 1985 al 2004 (fonte dei dati: http://iside.rm.ingv.it/iside ; mappa da GoogleEarth modificata).....	67
Figura 2.23 – Mappa della pericolosità sismica nel territorio italiano (fonte: http://zonesismiche.mi.ingv.it/).....	67
Figura 2.24 – Classificazione sismica del territorio italiano aggiornata al 2012 (fonte: www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/A3_class2012_03prov_.pdf).....	68
Figura 3.1 – Ubicazione dei rilievi sismici che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell’area del Mediterraneo Occidentale (fonte: Schlumberger).....	69
Figura 3.2 – Coordinate dei vertici dell’area in istanza di permesso di prospezione, indicata dalla linea gialla.....	70
Figura 3.3 – Ubicazione delle linee sismiche, indicate in rosso, all’interno del perimetro dell’istanza del permesso di prospezione.	71
Figura 3.4 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org).....	73
Figura 3.5 - Schema di funzionamento di un air-gun, diviso nelle fasi di carica “Armed”, scoppio “Fired” e rilascio “Implosion” (fonte: www.usgs.gov).....	74

Figura 3.6 – Esempio di sezione sismica non interpretata (Progetto ViDEPI – www.nmig.sviluppoeconomico.gov.it).....	75
Figura 3.7 – Fotografia della nave Western Patriot, che si prevede di utilizzare durante l’esecuzione del rilievo geofisico (fonte: WesternGeco).....	77
Figura 3.8 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica ObliQ. La sezione di sinistra è stato acquisito con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stato acquisita con ObliQ.....	78
Figura 3.9 – 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: WesternGeco).....	80
Figura 3.10 – Fotografia della nave Northern Explorer, che si prevede di utilizzare durante l’esecuzione del rilievo geofisico con SeaBird (fonte: SeaBird)	83
Figura 3.11 – Fotografia della nave Apollo Moon (a destra) e l’Apollo Sun (a sinistra), che si prevede verranno utilizzate a supporto della Northern Explorer durante l’esecuzione del rilievo geofisico con SeaBird (fonte SeaBird, CMS international).....	84
Figura 3.12 – Disposizione spaziale dei singoli elementi che compongono l’array secondo il modello proposto per l’indagine geofisica in progetto. In verde sono rappresentati i cluster (elementi sorgente che sono sufficientemente vicini tra loro da agire come sorgente unica) ed in bianco le sorgenti singole (fonte: SeaBird).....	86
Figura 3.13 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l’utilizzo del software SurvOPT.....	88
Figura 4.1 - Catene montuose presenti nell’area del Mar Mediterraneo Occidentale.....	91
Figura 4.2 - Carta batimetrica dell’area in istanza.....	92
Figura 4.3 - Sezione interpretata che raffigura lo stato attuale dell’oceano Provenzale (fonte: Finetti 2005).	92
Figura 4.4 - Mappa dei profili CROP (fonte: Fanucci F. e Morelli D., 2003).....	93
Figura 4.5 - Sezione Crostale ECORS-CROP, profilo sismico interpretato ECORS 1/1 (fonte: Fanucci F. e Morelli D., 2003).....	93
Figura 4.6 - A sinistra: localizzazione della Linea sismica WS-4, a destra: Linea sismica WS-4 acquisita ed interpretata (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi , modificata)	94
Figura 4.7 - Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni d’anni: Subduzione alpina, subduzione l’Appenninica e subduzione Dinarica-Elleide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)	95
Figura 4.8 - Quadro geodinamico attuale. Si possono osservare quattro zone di subduzione: zona Appennino-Magrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-greco-aurica direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004).....	95
Figura 4.9 - Vettori GPS mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)	96
Figura 4.10 - Scenario sulla situazione geodinamica attuale della regione centro-occidentale del Mar Mediterraneo (fonte: Carminati et al., 2012).....	97

Figura 4.11 - Localizzazione del bacino Ligure-Provenzale (fonte: Speranza, 2002).....	98
Figura 4.12 - Schema cinematico della sezione litosferica attraversata dai profili CROP ed ECORS (Legenda: 1) Crosta continentale e parte dell'orogene pirenaico; 2) Crosta oceanica relativa alla prima (a) e alla seconda (b) fase di drifting; 3) Mantello litosferico e sua parte denudata; 4) Astenosfera) (Fanucci F., Morelli D., 2003)	98
Figura 4.13 - Evoluzione geodinamica da 20 a 7 milioni d'anni (fonte: Speranza 2002, modificata)	99
Figura 4.14 - Posizione della Nurra (NO Sardegna) e della Provenza Marittima (SE Francia) con i relativi schizzi geologici semplificati (fonte: Cassinis et al.,2003)	100
Figura 4.15 - Confronto e correlazione lito- e cronostratigrafica tra le successioni (schematizzate) della Provenza (Bacino di Toulon-Cuers) e della Nurra (Bacino di Lu Caparoni-Cala Viola) (fonte: Cassinis et al., 2003, modificata).....	101
Figura 4.16 - Evoluzione geodinamica blocco Sardo-Corso da 30 a 5 Milioni d'anni (fonte: Seranne, 1999, modificate)	103
Figura 4.17 – A sinistra: sezione interpretata che raffigura la fase di rifting a 30 Milioni d'anni. A destra: Sezione interpretata che raffigura la fase di drifting del margine Sardo, da 24 a 11 milioni d'anni. Legenda: vedi Figura 4.3 (fonte: Finetti 2005).....	104
Figura 4.18 - Isobate della superficie erosiva messiniana al largo del Golfo di Oristano, con in evidenza le potenziali aree di accumulo dei depositi torbiditici (Cornee et al. 2008)	105
Figura 4.19 - Sezione crostale ECORS-CROP. Vedi Legenda in Figura 4.3 (fonte: Finetti 2005).	105
Figura 4.20 - Sistema di lineamenti regionali con le rispettive orientazioni prima e dopo la rotazione del blocco Sardo-Corso.....	106
Figura 4.21 - Mappa dei climi in Italia da Pinna, 1978, con zoom sulla Sardegna (fonte: www.ilclima.org/clima-italia/mod.)	107
Figura 4.22 - Coordinate delle stazioni meteomarine di Porto Torres e Carloforte e della boa ondometrica di Alghero, con mappa di localizzazione rispetto al blocco oggetto di studio (in rosso). Le stazioni meteomarine sono indicate con il pallino, la stazione ondometrica con la stella (fonte dei dati: www.idromare.it)	108
Figura 4.23 – grafico idrometrico nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)	109
Figura 4.24 - grafico idrometrico nella stazione di Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)	110
Figura 4.25 – livello idrometrico nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) nell'anno 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)	111
Figura 4.26 – A sinistra: temperatura dell'aria nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014. A destra: temperatura dell'aria nella stazione di Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it).....	112
Figura 4.27 – temperatura dell'aria nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) nell'anno 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)	114
Figura 4.28 – mappa delle temperature annue massima (a sinistra), minima (al centro) e media (a destra) della Sardegna. (fonte: http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp , nota tecnica sul clima della Sardegna, ARPAS).....	114

Figura 4.29 - temperatura dell'acqua nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)	115
Figura 4.30 - temperatura dell'acqua nella stazione Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)	115
Figura 4.31 – grafico dell'altezza spettrale del moto ondoso (in metri) misurata nella boa RON di Alghero nel corso del 2007 (fonte dei dati: www.idromare.it)	117
Figura 4.32 – grafico del clima ondoso nella boa ondometrica di Alghero (fonte dei dati: www.idromare.it)	118
Figura 4.33 – salinità espressa in psu delle acque superficiali nel Mar Mediterraneo, in data 25/03/2013 (fonte: http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis)	119
Figura 4.34 – salinità superficiale nel Mediterraneo Occidentale in data 25/03/2014 (fonte: http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis , modificata)	120
Figura 4.35 – sezione che mostra la variazione di salinità nel transetto tra Sardegna e le isole Baleari, al 01/04/2014 (fonte: http://www.seaforecast.cnr.it/en/section.php?domain=WMED).....	120
Figura 4.36 – A sinistra: rosa dei venti a Porto Torres nel periodo tra il 2009 e il 2013. A destra: rosa dei venti a Carloforte nel periodo tra il 2009 e il 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it).....	121
Figura 4.37 – rose dei venti per la stagione invernale (da gennaio a marzo) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)	122
Figura 4.38 – rose dei venti per la stagione primaverile (da aprile a giugno) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)	122
Figura 4.39 – rose dei venti per la stagione estiva (da luglio a settembre) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)	123
Figura 4.40 – rose dei venti per la stagione autunnale (da ottobre a dicembre) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)	123
Figura 4.41 – A sinistra: rappresentazione schematica della circolazione termoalina nel Mediterraneo (fonte: Lascaratos, 1999). A destra: Circolazione della Modified Atlantic Water MAW e della Winter Intermediate Water (WIW) (fonte: Millot, 1999).....	124
Figura 4.42 - Circolazione della LIW e della TDW nel Mediterraneo Occidentale (fonte: Millot, 1999).	125
Figura 4.43 - Circolazione della TDW e della WMDW nel Mediterraneo Occidentale (fonte: Millot, 1999).	125
Figura 4.44 – Circolazione nella GSA 11 (a sinistra) e GSA 9 (a destra). AW: Acque superficiali di origine atlantica; LIW: acque intermedie levantine; LC: corrente ligure; WCC: corrente occidentale della Corsica, FCC: Corrente orientale della Corsica, di origine atlantica. Va: vortici anticiclonici; VV: vortici da vento; SC: Struttura ciclonica della Sardegna orientale; AW-CA: corrente algerina di acqua atlantica (fonte: Stato della pesca e acquacoltura nei mari italiani, modificata da dati IAMC-CNR Oristano elaborati da A. Olita).....	126

Figura 4.45 - correnti nei primi 5 m nel Mediterraneo centrale, previsioni per 1 e 2 aprile 2014 (fonte: http://www.seaforecast.cnr.it)	127
Figura 4.46 – correnti nei primi 5 m nel Mediterraneo centrale, previsioni per 1 e 2 aprile 2014 (fonte: http://www.seaforecast.cnr.it)	128
Figura 4.47 – Distribuzione spaziale della clorofilla a derivata da dati satellitari, come riportato da D’Ortenzio e Ribera d’Acalà (2009). Figura tratta da Siokou-Frangou et al., 2010.	129
Figura 4.48 - Distribuzione spaziale delle sette bioprovince derivate dall’analisi del set di dati della clorofilla a (D’Ortenzio e Ribera d’Acalà, 2009). Figura tratta da Siokou-Frangou et al., 2010.	129
Figura 4.49 - Lista dei mammiferi marini dei mari italiani. La colonna N° 2 fa riferimento alla fauna presente nel Mar di Sardegna (fonte: www.sibm.it – Biologia Marina Mediterranea 2010)	133
Figura 4.50 - Immagine tratta dal sito OBIS-SEAMAP (Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebate Populations) in cui è evidenziata, in giallo, l’area presa in considerazione. (http://seamap.env.duke.edu/).....	135
Figura 4.51- Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	137
Figura 4.52 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	138
Figura 4.53 - Distribuzione della Cogia di Owen (Fonte: www.iucnredlist.org)	139
Figura 4.54 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	140
Figura 4.55 - Avvistamenti di Orche nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	141
Figura 4.56 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)....	143
Figura 4.57 - Distribuzione del Globocefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	144
Figura 4.58 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010).	145
Figura 4.59 - Distribuzione del Tursiopo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	146
Figura 4.60 - Distribuzione della Stenella striata nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010).....	147
Figura 4.61 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010).....	148
Figura 4.62 - Distribuzione dello Steno nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010) .	149
Figura 4.63 - Distribuzione della Pseudorca nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)	150
Figura 4.64 - 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).....	151
Figura 4.65 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)	152

Figura 4.66 - Lista dei rettili marini dei mari italiani. La colonna N° 2 fa riferimento alla fauna presente nel bacino ionico (fonte: www.sibm.it)	154
Figura 4.67 - Immagine tratta da Strategia per l’Ambiente Marino - Ispra 2012.....	155
Figura 4.68 - Zona di studio nel canale Sardo (fonte: immagine tratta da Mura e Cau, 1994).....	157
Figura 4.69 – Aree di nursery del nasello nella GSA 11, con indicazione della persistenza (fonte: Follesa et al. 2011 in: Lo stato della pesca e dell’acquacoltura nei mari italiani, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali)	160
Figura 4.70 – Presenza di cefalopodi. Figura tratta dal Laboratorio di Cartografia del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell’Università di Cagliari.....	161
Figura 4.71 - Zona di Ripopolamento Sperimentale dell'Astice (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)	162
Figura 4.72 - Zona di Ripopolamento Sperimentale del Polpo Comune (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)	162
Figura 4.73 - Zona di Ripopolamento Sperimentale del Riccio di Mare (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)	163
Figura 4.74 - Cartografia Isola dell'Asinara, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte: Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it).....	164
Figura 4.75 - Cartografia di Capo Caccia, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte:Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it).....	167
Figura 4.76 - Biocenosi bentoniche presenti nell'area marina protetta di Capo Caccia (Fonte: www.ampcapocaccia.it)	168
Figura 4.77 - Cartografia della Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte: Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it).....	169
Figura 4.78 - Area marina protetta "Santuario dei Cetacei" con il riferimento all'area oggetto d'interesse.	175
Figura 4.79 - Zone umide presenti lungo la costa occidentale della Sardegna in relazione all'area oggetto d'interesse	176
Figura 4.80 - Ingrandimento delle aree umide protette dalla convenzione di Ramsar	176
Figura 4.81 – Localizzazione delle province della regione Sardegna. In rosso l’area oggetto di studio.....	194
Figura 4.82 – Bilancio Demografico anno 2012 (fonte: elaborazione Ufficio Studi e Statistica C.C.I.A.A. Nord Sardegna di dati ISTAT).....	195
Figura 4.83 - Trend della popolazione della provincia di Sassari dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it - Elaborazioni Urbistat su dati ISTAT)	196
Figura 4.84 - Trend della popolazione della provincia di Oristano dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbiastat.it - Elaborazioni Urbistat su dati ISTAT)	196
Figura 4.85 - Provincia di Sassari con indicati i comuni di interesse rispetto all’area in oggetto di studio. .	197
Figura 4.86 - Provincia di Oristano con indicati i comuni di interesse rispetto all’area in oggetto di studio.	198

Figura 4.87 - Contributo dei singoli settori per provincia (fonte: Osservatorio economico del Nord della Sardegna).....	199
Figura 4.88 - Valore aggiunto, contributo delle singole province (fonte: Osservatorio economico del Nord della Sardegna)	199
Figura 4.89 - Localizzazione dei comuni della provincia di Sassari e Oristano bagnati dal Mar di Sardegna, lungo la costa prospiciente l'area oggetto di studio. Rispettivamente da nord a sud: Porto Torres (con l'Isola dell'Asinara), Stintino, Alghero, Villanova Monteleone, Bosa, Magomadas, Tresnuraghes, Cuglieri, Narbolia e San Vero Millis.	201
Figura 4.90 – Moto ondoso lungo le coste italiane. La distanza radiale indica la probabilità di un evento nel corrispondente settore direzionale, il colore indica l'altezza d'onda significativa. In legenda i valori sono in metri (fonte: www.isprambiente.gov.it)	201
Figura 4.91 - Composizione della flotta Sarda per compartimento marittimo. Tabella tratta da La Pesca e la Biodiversità (Ministero delle Politiche Agricole E Agroforestali)	204
Figura 4.92 – Periodi di picco riproduttivo per le specie bersaglio nella GSA 11. Informazioni integrate fra le campagne MEDITS, GROUND e le catture commerciali di tutti i segmenti di flotta combinati. Tabella tratta da La Pesca e la Biodiversità (Ministero delle Politiche Agricole E Agroforestali).	205
Figura 4.93 - Immagine tratta da Orsi-Relini et al., 2002.	206
Figura 4.94 – Carta Nautica n° 432 INT 304 dell'Istituto Idrografico della Marina con l'area oggetto di studio, evidenziata in rosso.....	209
Figura 4.95 – Dettaglio delle rotte nautiche passanti per l'area in istanza di permesso di prospezione.	210
Figura 5.1 – Rappresentazione grafica dei centri dell'array di air-gun, in pianta. Il cerchio blu rappresenta il centro geometrico dell'array, il cerchio rosso indica il centro di pressione, mentre il centro dell'energia è mostrato come un cerchio nero (elaborazione del modello matematico Gundalf).	228
Figura 5.2 – Picco di pressione dell'array di air-gun, secondo la configurazione 5085 cuin at 6m-9m-6m depth (elaborazione del modello matematico Gundalf).....	230
Figura 5.3 – Ampiezza dello spettro di emissione dell'array di air-gun, secondo la configurazione 5085 cuin at 6m-9m-6m depth. Unità di misura: dB re a 1 μ Pa / Hz a 1m (elaborazione del modello matematico Gundalf).....	231
Figura 5.4 - Direzione preferenziale dell'energia immessa. In alto è visualizzata la componente lungo la direzione parallela a quella del movimento della nave (inline directivity), in basso la componente lungo la direzione perpendicolare all'asse della nave (crossline directivity). Elaborazione del modello matematico Gundalf.	232
Figura 5.5 - Modello dello spettro della pressione sonora per un'emissione di energia in un campo lontano, secondo la configurazione prevista per l'acquisizione in progetto.....	233
Figura 5.6 - Modello dello spettro di ampiezza per un'emissione di energia in un campo lontano, secondo la configurazione prevista per l'acquisizione in progetto.....	234
Figura 5.7 - Rappresentazione grafica dei centri dell'array di air-gun, in pianta. Il cerchio rosso rappresenta il centro geometrico dell'array, mentre il cerchio viola indica il centro di pressione.....	235

Figura 5.8 – Modello in pianta raffigurante l’emissione di energia in un raggio di 360° intorno ad un array di air-gun, secondo la configurazione NE_5000_060_2000. In nero è indicata la direzione di movimento della nave. 236

Figura 5.9 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione parallela al moto della nave geofisica, per un array di air-gun configurati secondo il modello NE_5000_060_2000 (in sezione). 236

Figura 5.10 - Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione perpendicolare a quella della nave di acquisizione, per un array di air-gun configurati secondo il modello NE_5000_060_2000 (in sezione). 237

Figura 5.11 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli air-gun (fonte: Lanfredi et al., 2009) 240

Figura 5.12 - 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)..... 242

Figura 5.13 – Distanza geometrica dell’orizzonte 251

Figura 6.1 – A sinistra: esempio di boa di coda, fissata all’estremità del cavo sismico. A destra: dispositivo che esclude la possibilità di intrappolamento delle tartarughe marine (fonte: www.ketosecology.co.uk) . 257

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;

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

Redatto	Approvato
Dott. Angelo Ricciato, Dott. Davide de Battisti, Dott.ssa Enrica Battara, Dott.ssa Paola Ferretto, Dott.Stefano Borello, Dott. ssa Valentina Negri	Dott. Geol. Raffaele di Cuia

1 INTRODUZIONE

Il Decreto Ministeriale del 9 agosto 2013 ha ridefinito le aree marine in cui è possibile effettuare nuove attività di prospezione e di ricerca di idrocarburi, rimodulando la zona marina “E” con l’apertura di una nuova area nel Mar di Sardegna.

L’individuazione di ulteriori aree di mare sfruttabili per la ricerca e la produzione di idrocarburi è nata dalla necessità di valorizzare e potenziare il settore in quelle zone di mare dove sussistono prospettive di grande interesse petrolifero, ad una distanza dalla costa tale da garantire la preservazione delle aree di tutela ambientale. L’avvento delle moderne tecnologie infatti è in grado di consentire l’esplorazione e lo sviluppo di giacimenti anche in acque profonde, allargando i confini oltre i quali è possibile rinvenire e sfruttare giacimenti di idrocarburi.

Nasce quindi la necessità di approfondire la conoscenza del sottofondo marino in quest’area, caratterizzata da una modesta attività esplorativa precedente e da una potenzialità mineraria di sicuro interesse. Le prospezioni geofisiche, attraverso la misura di alcune proprietà fisiche delle rocce, consentono di determinare con sufficiente grado di dettaglio i tipi di rocce esistenti, la geometria dei giacimenti e l’andamento delle strutture sepolte.

Mediante l’utilizzo di questa metodologia Schlumberger Italiana S.p.A. (di seguito Schlumberger) si propone quindi di effettuare l’acquisizione di un rilievo geofisico 2D sull’intera area della zona marina E recentemente aperta all’esplorazione, dando il proprio contributo per approfondire le conoscenze del sottofondo marino in quest’area.

Per quest’area Schlumberger ha presentato il 20 gennaio 2014 un’istanza di permesso di prospezione in mare proponendo, nel programma lavori, studi che possano portare alla miglior comprensione della situazione geologica e della potenzialità geomineraria.

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. All’interno dell’area del permesso di prospezione è possibile condurre solo ed esclusivamente ricerche geofisiche.

1.1 Ubicazione geografica dell’area di intervento

L’area oggetto dell’istanza di permesso di prospezione è localizzata nel Mar di Sardegna, all’interno della zona marina “E”. Con il recente Decreto Ministeriale del 9 agosto 2013 la Zona E, interferente per il 99% con la fascia vietata delle 12 miglia marine dalle linee di costa e dalle aree protette e le cui aree residue non potevano essere utilizzabili perché non conformi all’articolo 19 della Legge 21 luglio 1967, n. 613, è stata rimodulata e ampliata fino all’accordo Italia-Spagna e alla linea mediana Italia-Francia, con una distanza dalle coste sarde e dalle aree di tutela ambientale tra i 45 e i 75 km (Figura 1.1).

La zona interessata dall’istanza ricopre l’intera area oggetto di ampliamento, per una superficie di 20922 km². Il lato più vicino alla costa è quello occidentale, che dista oltre 24 miglia nautiche dalle coste sarde (24.3 da Capo dell’Argentiera) e circa 33 miglia nautiche da Alghero (Figura 1.2).

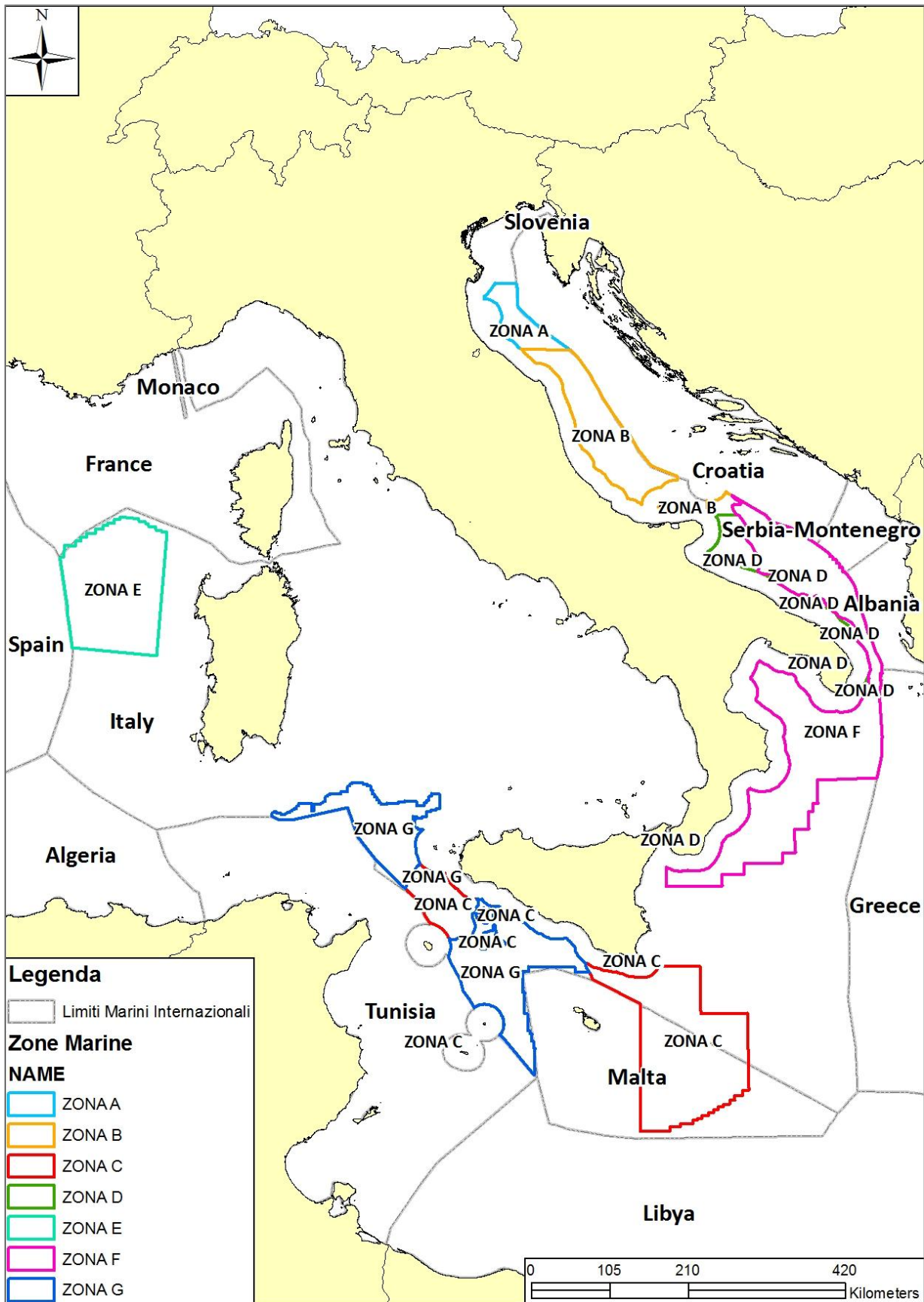


Figura 1.1 – Distribuzione delle zone marine nell'offshore Italia comprese all'interno dei limiti marini internazionali.

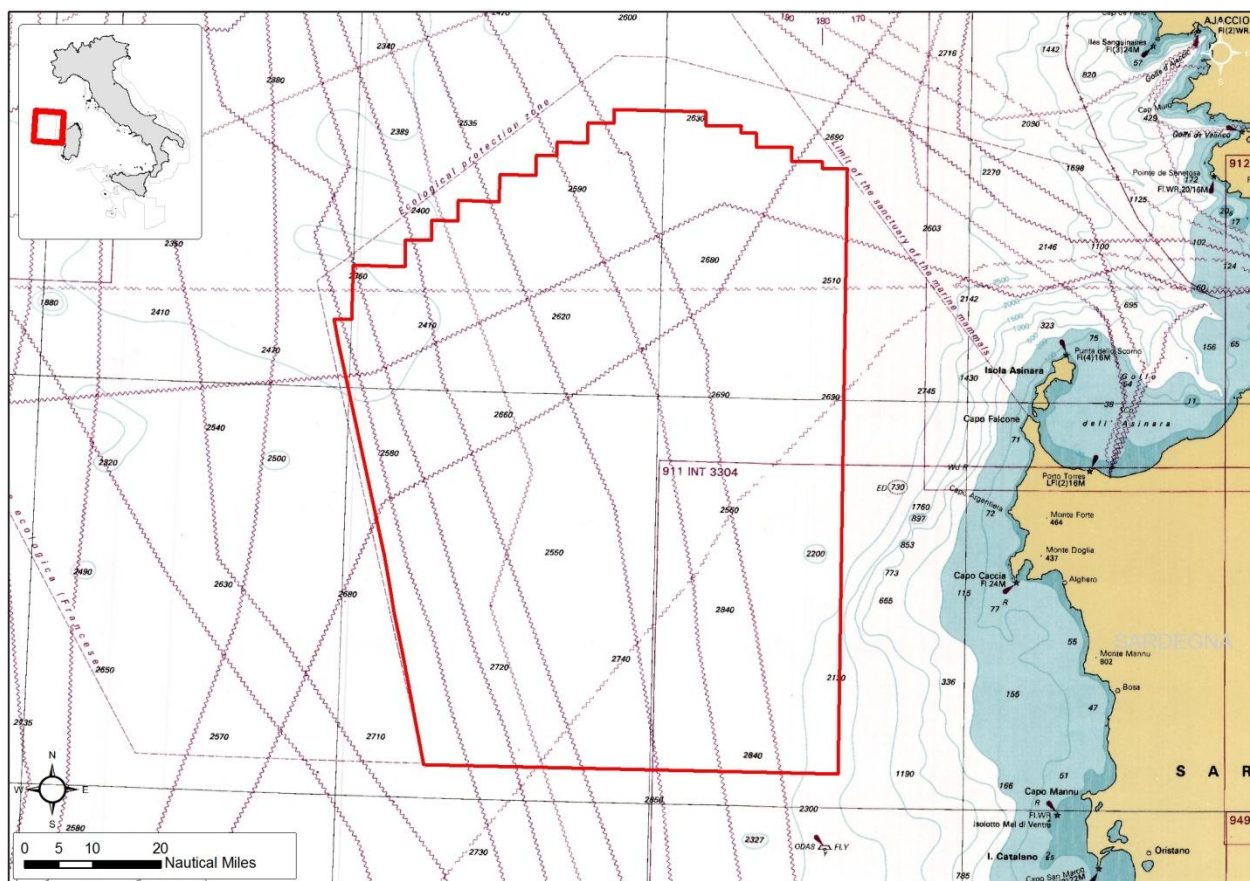


Figura 1.2 - Ubicazione dell'area in istanza di permesso di prospezione (poligono rosso) su cartografia nautica dell'Istituto Idrografico della Marina, n. 432 "Dal Mar Balearico al Mar Tirreno".

1.2 Motivazione del progetto

L'obiettivo principale del progetto di prospezione in quest'area nasce dall'esigenza di ampliare le conoscenze geologiche e possibilmente esplorative in una zona recentemente introdotta e scarsamente indagata. A questo scopo, il proponente prevede di individuare, tramite indagine geofisica, l'assetto geologico strutturale di questa area ancora del tutto non conosciuta.

L'area ricade in una porzione del Mediterraneo occidentale che è stata poco esplorata in passato. L'esplorazione è stata difatti scoraggiata dagli ingenti costi economici relativi ai tempi e alle modalità di intervento delle operazioni di indagine che si dovevano inoltre confrontare con alcuni fattori geologico-ambientali (ormai superati) che al tempo limitavano le attività esplorative, quali: elevate profondità batimetriche da raggiungere, posizione degli obiettivi e topografia del fondo marino.

Negli ultimi anni la tecnologia ha subito un radicale miglioramento abbattendo palesemente i costi e i tempi di indagine, e permettendo contemporaneamente di raggiungere obiettivi un tempo non economicamente sfruttabili. La rivoluzione tecnologica non si è limitata ad ampliare gli orizzonti esplorativi nell'ambito della ricerca mineraria degli idrocarburi, ma si è adoperata a ridurre al minimo gli eventuali impatti sull'ambiente o di annullarli totalmente.

Il rilievo geofisico che il proponente richiede di realizzare ha lo scopo di completare la copertura sismica in programma di acquisizione nell'area a nord-ovest della Zona E nell'ambito delle acque territoriali spagnole, al fine di comprendere l'estensione e la geometria delle strutture geologiche presenti nella zona.

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 ampliare le conoscenze geologiche in una zona recentemente introdotta e scarsamente indagata.

1.3.2 Tecnologie alternative

Lo scopo delle prospezioni geofisiche a mare è la caratterizzazione del fondale e della struttura e composizione del substrato fino ad alcune centinaia di metri di profondità all'interno del substrato stesso, al fine di individuare le discontinuità, che possono essere costituite da sacche di gas naturale o di petrolio.

Le proprietà fisiche del sottosuolo vengono studiate attraverso la misura di grandezze geofisiche, per esempio per riconoscere e localizzare situazioni strutturali entro i bacini sedimentari potenzialmente favorevoli all'accumulo di idrocarburi. La prospezione geofisica viene utilizzata per ridurre al minimo le operazioni di ricerca basate su interventi diretti nel sottosuolo e si avvale di diversi metodi (gravimetrico, magnetico, sismico, elettrico o geoelettrico, elettromagnetico, radioattivo, termico o geotermico), che presentano caratteristiche proprie e vengono utilizzati in relazione ai fini perseguiti 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), costituito da un cannone ad aria compressa che espelle ad alta velocità un getto d'acqua che per inerzia crea una cavità che implode e genera un segnale acustico;
- Ad aria compressa: AIR-GUN (frequenza utilizzata 100-1500 Hz), costituita da due camere cilindriche chiuse da due pistoni (pistone di innesco e di scoppio) rigidamente connessi ad un cilindro provvisto di 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 E.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 costo-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 Aja.

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 2000000 di chilometri di linee sismiche 2D per un totale di quasi 400000 chilometri quadrati coperti dall'attività di acquisizione geofisica dall'inizio della sua attività. Lo staff di Schlumberger conta circa 120000 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

Questo elaborato è stato redatto ai sensi della normativa nazionale vigente in materia di valutazione di impatto ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) 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. Inoltre, sono state valutate le aree sottoposte a vincoli di natura ambientale, biologica, paesaggistica, culturale che potenzialmente potrebbero risentire dell'impatto causato dall'attività di acquisizione geofisica che sarà svolta nell'area in istanza di permesso di prospezione.

Lo studio si articola in cinque sezioni, dove saranno forniti:

- 1) Quadro di riferimento programmatico e normativo;
- 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 e normativo raccoglie le informazioni sulla normativa di riferimento a carattere sia internazionale, sia comunitario, sia nazionale, nonché l'illustrazione del regime vincolistico che regola il territorio nazionale. Nell'ambito di questo quadro programmatico saranno descritte le Zone Archeologiche Marine, le aree vincolate in base a specifiche ordinanze della Capitaneria di Porto, i Siti di Interesse Nazionale e le Aree Marine Militari eventualmente presenti all'interno o nelle vicinanze dell'area in istanza di prospezione e che potenzialmente potrebbero interferire con l'attività ivi svolta, cui si aggiunge una breve descrizione della zona sismica in cui l'area ricade.

Il quadro di riferimento progettuale fornirà le generalità dell'intervento ed una dettagliata descrizione del progetto. Sarà presentato un ampio inquadramento del territorio in termini geologici con particolari riferimenti all'area in istanza, ai temi della ricerca ed agli obiettivi previsti. Una sezione mostrerà le caratteristiche tecnico-fisiche dell'attività proposta con una descrizione degli interventi, delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera, dell'eventuale utilizzo di risorse naturali e delle misure di prevenzione adottate.

Il quadro di riferimento ambientale fornirà una valutazione delle componenti ambientali. Saranno realizzate una descrizione della geologia dell'area, del suolo e del sottosuolo, un inquadramento geomorfologico e batimetrico, una descrizione delle condizioni climatiche e meteomarine, un'illustrazione della flora e della fauna caratteristiche dell'area e di eventuali ricettori sensibili presenti e l'esistenza di eventuali aree vincolate. A tal scopo saranno individuati i siti soggetti a vincolo naturalistico più vicini all'area di prospezione, appartenenti alle seguenti categorie: Aree Marine Protette, le Zone di Ripopolamento, le Zone Marine di Tutela Biologica, i siti sensibili di Rete Natura 2000, le zone marine e costiere interessate da Important Bird Areas, aree soggette a vincolo paesaggistico. 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.

La sezione dell'analisi e stima degli impatti ambientali fornirà, invece, uno studio sui probabili impatti indotti dalle attività in progetto sul sistema ambientale nel suo complesso, ponendo particolare attenzione

ai potenziali impatti sui 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

Nella presente sezione 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** farà 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 del Mediterraneo, che contiene un quadro normativo in materia di lotta all'inquinamento e di protezione dell'ambiente marino;
- Convenzione di Espoo, applicabile ai progetti di nuove opere che interessano più Paesi e per i quali è richiesta una valutazione transfrontaliera dei potenziali effetti sull'ambiente;
- Convenzione di Londra (MARPOL), documento internazionale di riferimento per la prevenzione dell'inquinamento da navi;
- Protocollo di Kyoto, sulle strategie per la progressiva limitazione e riduzione delle emissioni di gas serra in atmosfera.

La **normativa di carattere europeo** comprende direttive comunitarie incentrate su:

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

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

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

Infine, saranno 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 e i regimi di transito, la definizione della zona economica esclusiva, la giurisdizione della piattaforma continentale, la disciplina delle attività estrattive minerarie nel fondo marino, i regimi di sfruttamento, la protezione dell'ambiente marino, la ricerca scientifica e la soluzione di dispute. A seguire sono specificate le definizioni più importanti fornite dalla Convenzione:

- Linea di base: linea base di partenza per la definizione delle aree marine, determinata ai sensi degli articoli 5 e 7; essa consta in una spezzata che unisce i punti notevoli della costa, mantenendosi generalmente in acque basse.
- Mare territoriale: porzione di mare adiacente alla costa degli Stati, sulla quale lo Stato esercita la propria sovranità territoriale in modo del tutto analogo al territorio corrispondente alla terraferma, con alcuni limiti. Lo stato costiero ha inoltre diritti sovrani nello spazio aereo sovrastante il mare territoriale e nel relativo fondale marino. Il limite delle acque territoriali si misura a partire dalla linea di base e si estende fino ad una distanza dalla costa non superiore alle 12 miglia nautiche (Art. 3).
- Zona contigua: zona compresa tra la linea di base e le 24 miglia nautiche, dove lo stato costiero esercita il controllo necessario per prevenire e punire violazioni delle proprie leggi e regolamenti doganali, fiscali, sanitari e di immigrazione (Art. 33).
- Zona economica esclusiva (ZEE): è l'area di mare che si estende per 200 miglia nautiche dalla linea di base (Art. 57), in cui lo Stato costiero gode di diritti sovrani per la gestione delle risorse naturali, giurisdizione in materia di installazione e uso di strutture artificiali o fisse, ricerca scientifica, protezione e conservazione dell'ambiente marino, nonché per l’esplorazione, sfruttamento, conservazione e gestione delle risorse naturali, biologiche o non biologiche. Tali diritti si estendono sia alle masse d’acqua, che al fondo marino ed al relativo sottosuolo. La ZEE, così come la Zona Contigua (che, ove esistente, è compresa all’interno della ZEE) per poter divenire effettive, devono essere formalmente proclamate nei confronti della comunità internazionale. Ad oggi, l’Italia non ha formalmente provveduto alla proclamazione della Zona Contigua (UNCLOS, art. 33) e non ha istituito una Zona Economica Esclusiva.
- Piattaforma continentale: è definita dall’Art. 76 e comprende il fondo ed il sottosuolo marini che si estendono al di là del mare territoriale di uno Stato costiero attraverso il prolungamento naturale del suo territorio terrestre fino all’orlo esterno del margine continentale, o fino alle 200 miglia nautiche dalle linee di base (dalle quali si misura la larghezza del mare territoriale), nel caso in cui l’orlo esterno del margine continentale si trovi ad una distanza inferiore. Al contrario della ZEE e della Zona Contigua, non necessita di proclamazione in quanto appartiene per sua natura ad uno Stato. Come stabilito all’Art. 83, la delimitazione della piattaforma continentale tra stati a coste opposte o adiacenti, viene effettuata per accordo tra le parti interessate, come previsto all'art. 38 dello Statuto della Corte Internazionale di Giustizia.
- Alto Mare: è definito dall’Art. 86, e comprende tutte le aree marine non incluse nella zona economica esclusiva, nel mare territoriale o nelle acque interne di uno Stato, o nelle acque arcipelagiche di uno Stato-arcipelago.

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

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.

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

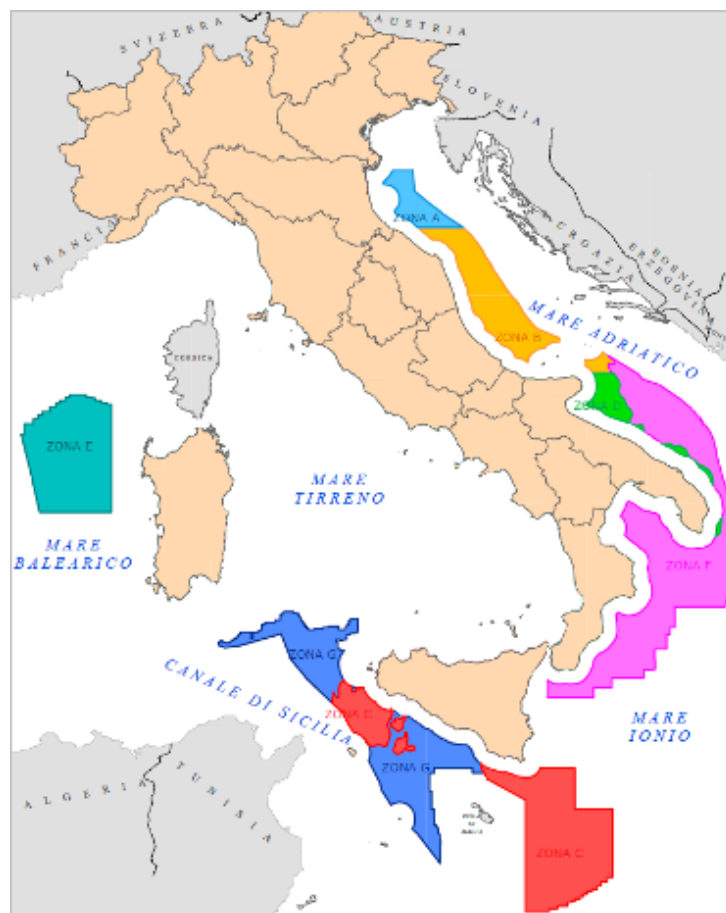


Figura 2.1 – Mappa con indicazione delle zone marine così come rimodulate dal D.M. 09/08/2013 (fonte: Ministero dello sviluppo economico, <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp>)

L'area in istanza di permesso di prospezione ricade all'interno della Zona Marina E. Istituita con Legge 21 luglio 1967, n. 613, la Zona E si estende nel mare Ligure, nel mare Tirreno e nel mare di Sardegna, è delimitata da un lato dalla linea di costa delle regioni Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Basilicata e Calabria, fino allo stretto di Messina, per la parte continentale e dalla linea di costa della regione Sardegna nella parte insulare, dall'altro lato è delimitata dalla isobata dei 200 metri. A nord delle coste sarde,

nell'area marina delle Bocche di Bonifacio, è delimitata dalla linea di delimitazione ITALIA-FRANCIA. La Zona E si estende per circa 39.260 km² e costituisce circa il 7 % della piattaforma continentale italiana. La competenza territoriale è degli uffici UNMIG di Bologna, Roma e Napoli. Con il recente Decreto Ministeriale 9 agosto 2013 la Zona E, interferente per il 99% con la fascia vietata delle 12 miglia marine dalle linee di costa e dalle aree protette e le cui aree residue non potevano essere utilizzabili (perché non conformi all'articolo 19 della Legge 21 luglio 1967, n. 613), è stata rimodulata ed ampliata fino all'accordo Italia-Spagna e alla linea mediana Italia-Francia, con una distanza dalle coste sarde e dalle aree di tutela ambientale tra i 45 e i 75 chilometri (unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp).



Figura 2.2 – Zona marina E con indicazione dell'area recentemente aggiunta (in verde scuro) in cui è possibile presentare nuove istanze (fonte: Ministero dello Sviluppo Economico, <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/cartografia/zone/ze.asp>)

2.2.1.2 Convenzione di Barcellona (1976)

La Convenzione di Barcellona, firmata il 16 febbraio 1976 ed entrata in vigore il 12 Febbraio del 1978, ha come scopo primario la formalizzazione del quadro normativo relativo al Piano di Azione per il

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

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

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

1. "1976 Dumping Protocol", per regolare l'inquinamento da scarico di navi ed aerei (firmato dall'Italia nel 1976 e ratificato nel 1979);
2. "1976 Emergency Protocol" (entrato in vigore il 05/03/1979) e "2002 Emergency Protocol" (firmato in data 25/01/2002 e non ancora ratificato), protocolli di prevenzione e lotta all'inquinamento da navi e di gestione delle situazioni di emergenza;
3. "1980 Land-Based Sources and Activities Protocol" (firmato nel 1980, ratificato nel 1985, modificato nel 1999 ed entrato in vigore l'11/05/2008), relativo all'inquinamento di origine terrestre;
4. "1982 Specially Protected Areas Protocol" (firmato nel 1982, ratificato nel 1985 ed entrato in vigore il 23/03/1986); "1995 Special Protected Areas & Biodiversity Protocol" (firmato nel 1995, ratificato ed entrato in vigore nel 1999), relativi alla tutela delle zone protette e della biodiversità;
5. "1994 Offshore Protocol" (firmato il 14/10/1994 e non ancora ratificato), che tutela dall'inquinamento da esplorazione e sfruttamento delle risorse energetiche in piattaforma continentale;
6. "1996 Hazardous Wastes Protocol" (firmato in data 01/10/96 e non ancora ratificato);
7. "2008 Integrated Coastal Zone Management" -ICZM- (firmato in data 21/01/2008 e non ancora ratificato), che riguarda il quadro normativo comune per la gestione integrata delle coste.

2.2.1.3 Convenzione MARPOL 73/78

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

- La Convenzione del 1973, che ha modificato la precedente Convenzione Internazionale per la Prevenzione dell'Inquinamento delle Acque Marine da idrocarburi (OILPOL), firmata a Londra il 12 maggio 1954, ratificata dall'Italia con la Legge 23 febbraio 1961, n. 238;

- Il protocollo del 1978, firmato durante la Conferenza 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; <http://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 seguite all'International Conference on Tanker Safety Pollution and Prevention (TSP '78) che rende obbligatorio quanto contenuto negli Annessi I e II. Assieme alle norme per la prevenzione dall'inquinamento da rifiuti, acque da scarico, oli minerali, sostanze nocive, etc., gli annessi stabiliscono l'esistenza di zone speciali le quali, per le loro caratteristiche (scarsa circolazione, mari chiusi, ecc.), richiedono l'adozione di metodi obbligatori per la prevenzione dell'inquinamento.

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

- Annesso I – Norme per l'inquinamento da oli minerali;
- Annesso II – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da sostanze liquide pericolose (entrato in vigore nel 1987);
- Annesso III – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da sostanze inquinanti trasportate per mare in imballaggi (entrato in vigore nel 1992);
- Annesso IV – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da liquami scaricati dalle navi (entrato in vigore nel 2003);
- Annesso V – Norme per la prevenzione dell'inquinamento da rifiuti solidi (entrato in vigore nel 1988). Esso individua alcune zone, tra cui il Mar Mediterraneo, definite come "aree speciali" in quanto particolarmente sensibili per condizioni oceanografiche, ecologiche e di traffico marittimo e soggette pertanto a speciali prescrizioni e limitazioni degli scarichi. Queste prescrizioni consentono lo scarico a mare di idrocarburi o miscele di idrocarburi, a patto che la loro concentrazione, senza diluizioni, non superi le 15 ppm; consentono il conferimento diretto a mare delle acque di scarico previo trattamento (triturazione e disinfezione) mediante dispositivo approvato e certificato; vietano lo scarico a mare di qualsiasi tipologia di rifiuti solidi, che dovrà essere trasportata e smaltita sulla terraferma.;
- Annesso VI – Norme per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da scarichi dei motori marini (entrato in vigore nel 2005). I rifiuti organici prodotti dalle navi impiegate verranno opportunamente trattati secondo la convenzione sopra descritta, mentre non è prevista la produzione di rifiuti strettamente correlati all'attività di acquisizione geofisica in oggetto. Inoltre l'Annesso VI della Convenzione MARPOL regola le seguenti emissioni in atmosfera:
 - 1) Sostanze che influenzano lo strato di ozono nell'atmosfera (gas refrigeranti e /o antincendio);
 - 2) Ossidi di azoto e di zolfo presenti nei gas di scarico dei motori a combustione interna;

- 3) Componenti organici volatili (VOC) provenienti dalla zona del carico di navi cisterna;
- 4) Emissioni da inceneritori.

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

Fonte: <http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-%28MARPOL%29.aspx>

2.2.1.4 Protocollo di Kyoto (1997)

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

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

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

2.2.1.5 Convenzione di Espoo (1991)

La convenzione dell'UN/ECE relativa alla valutazione di impatto ambientale in contesto transfrontaliero, conclusa ad Espoo in Finlandia il 25 febbraio 1991, sancisce l'obbligatorietà delle parti contraenti di valutare l'impatto ambientale relativo a determinate attività potenzialmente impattanti in fase precoce di pianificazione e l'obbligatorietà tra gli Stati di notificare e consultarsi vicendevolmente in tutti i maggiori progetti suscettibili alla creazione di impatti ambientali significativi attraverso i confini. La convenzione è stata firmata dalla Comunità Europee e dagli stati membri il 26 febbraio 1991 ed è entrata in vigore il 10 settembre 1997 in accordo con l'articolo 18(1); l'Italia ha ratificato la convenzione in data 19 gennaio 1995, mentre l'Unione Europea l'ha approvata il 24 giugno 1997.

Fonte: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-4&chapter=27&lang=en#1

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 *offshore*, porti ed altre strutture. Tale scopo è conseguito grazie alla predisposizione di piani di emergenza, alla messa in pratica di procedure di informazione e cooperazione internazionale, alla creazione di sistemi nazionali e regionali per la preparazione e risposta allo stimolo alla ricerca ed allo sviluppo di nuove tecnologie.

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

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

Fonte: <http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-%28SOLAS%29,-1974.aspx>

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" ("Strategia") finalizzata al conseguimento del "Good Environmental Status" entro il 2020 per tutte le acque marine sottoposte alla giurisdizione di ciascun paese da un miglio dalla linea di costa per i comparti che non sono considerati acque costiere nell'ambito della Direttiva 2000/60/9 CE (direttiva quadro sulle acque).

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

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

2.2.2.2 Direttive CE per navigazione e inquinamento da navi

Direttiva 96/98/CE, 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) ed accelerare e semplificare il recepimento delle regole internazionali nella legislazione comunitaria in materia dell'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 verifichino ripetutamente provocando un deterioramento della qualità dell'acqua. Alle persone responsabili di tali scarichi di sostanze inquinanti possono essere comminate sanzioni penali se esse hanno agito intenzionalmente e temerariamente o per negligenza grave. Anche l'istigazione o il favoreggiamento e il concorso allo scarico di sostanze inquinanti può comportare delle sanzioni penali. La direttiva si applica a qualsiasi tipo di nave battente qualsiasi bandiera. Gli scarichi di sostanze inquinanti sono vietati:

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

Fonte:http://europa.eu/legislation_summaries/environment/water_protection_management/index_it.htm

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

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

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

Successivamente, la Proposta di Regolamento è divenuta una "Proposta di Direttiva", a seguito di quanto deliberato dall'EWP del Consiglio e, parallelamente, anche dalla Commissione Industria, Ricerca ed Energia

(ITRE) del Parlamento Europeo. Sotto la presidenza irlandese, la Proposta di Direttiva è stata approvata prima dal Consiglio dell'Unione Europea, poi dal Parlamento Europeo e, infine, pubblicata in Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea in data 28 Giugno 2013 come Direttiva 2013/30/UE del 12 giugno 2013 sulla sicurezza delle operazioni in mare nel settore degli idrocarburi, in modifica alla direttiva 2004/35/CE.

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

Fonte: <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/internazionale/direttiva.asp>

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

- Direttiva 2004/35/CE sulle responsabilità in materia di riparazione del danno ambientale. L'operatore di attività che causano danni ambientali significativi a specie protette, ad habitat naturali o alle acque è oggettivamente responsabile della prevenzione e della riparazione dei danni e dei relativi costi complessivi. La proposta ha lo scopo di estendere l'applicabilità territoriale della direttiva (attualmente limitata alla fascia costiera e alle acque territoriali), per arrivare a coprire e tutelare da eventuali danni tutte le acque marine sotto la giurisdizione degli Stati membri.
- Direttiva 85/337/CEE (e successive modifiche) sulla valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, che ha coordinato i principi di valutazione dell'impatto ambientale dei progetti mediante l'introduzione di requisiti minimi generali.
- Direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti (direttiva quadro sui rifiuti), che si applica pienamente ai casi di fuoriuscite di greggio, come confermato dalla Corte di giustizia dell'UE.
- Direttiva 92/91/CEE (che integra la direttiva quadro 89/391/CEE) che è la parte principale della legislazione dell'Unione in materia di protezione dei lavoratori e dell'ambiente di lavoro *offshore*.

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

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

In Italia la Direttiva Europea è stata 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

Legge 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.

Legge 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.

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

Legge n. 220 del 28/02/1992 “Interventi per la difesa del mare” e s.m.i. Tale legge sancisce la suscettibilità di valutazione di impatto ambientale anche per la costruzione di terminali per il carico e lo scarico di idrocarburi e di sostanze pericolose, lo sfruttamento minerario della piattaforma continentale, la realizzazione di condotte sottomarine per il trasporto degli idrocarburi, la realizzazione di impianti per il trattamento delle morchie e delle acque di zavorra e di lavaggio delle navi che trasportano idrocarburi e sostanze 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 che modifica la direttiva 1999/32/CE in relazione al tenore di zolfo dei combustibili per uso marittimo).

Il riferimento normativo nazionale per la gestione dei rifiuti (produzione, trasporto, recupero/smaltimento in impianti autorizzati, bonifica dei siti inquinati) è la Parte IV di questo decreto.

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

D.Lgs. 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 PM 2.5; 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”.

Fonte: http://www.ram.minambiente.it/documents/Legislazione_nazionale.asp

2.2.3.1 Strategia Energetica Nazionale (SEN)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3 Linee guida per la tutela dei mammiferi marini

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

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

ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Sea), costituisce uno strumento operativo per la conservazione della biodiversità nel Mar Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle acque immediatamente ad ovest di Gibilterra, ed ha come scopo il perseguimento di una migliore conoscenza dei Cetacei nonché la riduzione delle minacce nei confronti di questi animali da parte delle attività antropiche tramite il suggerimento di importanti linee guida. Al momento non sono a disposizione dati esaustivi per comprendere l'estensione reale del problema legato all'impatto acustico sui cetacei da parte delle emissioni antropiche, per cui ACCOBAMS propone un approccio precauzionale alla regolazione del rumore. In seguito all'adozione della risoluzione 4.17 "Guidelines to address the impact of anthropogenic noise on cetaceans in the ACCOBAMS area" da parte del 4° meeting delle parti contraenti, è stato creato un apposito gruppo di lavoro dedicato allo studio della mitigazione degli impatti acustici sui cetacei.

La consapevolezza dell'impatto che le emissioni acustiche possono provocare sulla fauna marina, ed in particolare sui mammiferi marini, ha fatto sentire in tempi recenti, a livello internazionale, la necessità di regolamentare queste attività al fine di minimizzarne gli impatti. L'attenzione normativa è soprattutto focalizzata alle attività considerate maggiormente impattanti in tema di emissioni acustiche, cioè test a mare che prevedono l'impiego di sonar militari e indagini 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 dei danni arrecati in particolare ai mammiferi marini dalle attività di esplorazione geosismica.

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

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

2.3.1 Linee guida emanate dal JNCC

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

In particolare le linee guida emanate dal JNCC prevedono:

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

Fase di pianificazione

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

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

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

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

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

Sezione III – Prima e durante l'attività geofisica.

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

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

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

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

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

- Le emissioni sonore devono essere graduali (viene attivato prima l'*air-gun* di dimensioni inferiori e mano a mano sono aggiunti gli altri) con un start up a bassa energia che deve protrarsi per almeno 20 minuti in maniera da permettere l'allontanamento dei mammiferi marini presenti nelle vicinanze. Il *soft start* deve essere effettuato ogni volta che vengono attivati gli *air-gun* a prescindere dalla presenza di mammiferi marini nell'area;
- Per minimizzare l'introduzione di ulteriore rumore in ambiente marino, il *soft start* non deve essere protratto per più di 40 minuti. Evitare spari oltre quelli strettamente necessari per le normali operazioni;
- Qualora durante il *survey* si fossero interrotti gli spari per un periodo pari o superiore a 10 minuti, prima di riattivare gli *air-gun* deve essere effettuata una ricerca di mammiferi marini e un *soft start* completo di 20 minuti. Dopo un'interruzione degli spari, di qualsiasi durata, deve essere effettuato un controllo visivo per assicurarsi dell'assenza di mammiferi marini nel raggio di 500 metri. Qualora fosse rilevata la presenza di un mammifero marino, le operazioni devono essere ritardate come descritto sopra.

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

Sezione IV – Monitoraggio acustico

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

2.3.2 Linee guida emanate da ACCOBAMS

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

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

- a) Consultare banche dati e bibliografia sulla distribuzione spaziale e stagionale di Cetacei in modo da pianificare e condurre le attività quando e dove è meno probabile incontrare animali e in maniera tale da evitare stagioni o habitat critici. Consultare dati e pubblicazioni relative a precedenti esperienze di mitigazione per uniformare protocolli e formato dati;

- b) In mancanza o insufficienza di dati, organizzare *survey* dedicati e preventivi (da imbarcazioni e/o aeromobili, secondo il caso) e/o attività di monitoraggio attraverso l'uso di strumentazione di rilevazione acustica fissa (boe, *bottom recorders*, etc.) per valutare la densità delle popolazioni nell'area prescelta per le operazioni. *Survey* pre e post esperimento sono comunque sempre da incoraggiare data la loro estrema valenza scientifica in questa fase di sviluppo e ricerca sull'impatto del rumore. La durata e modalità dei *survey* va stabilita da personale scientifico competente in materia;
- c) Evitare aree chiave per i cetacei, aree marine protette e aree chiuse (es. baie, golfi), definire appropriate zone cuscinetto intorno ad esse; considerare possibili impatti di propagazioni a lungo raggio o lungo termine;
- d) Durante la fase di pianificazione dell'evento, tenere conto dell'eventuale concomitanza di altre attività umane potenzialmente rumorose, sia connesse all'evento stesso (es. traffico navale di servizio), sia indipendenti (es. altri eventi, incremento della navigazione da diporto durante la stagione turistica);
- e) Sviluppare banche dati/GIS fra di loro compatibili per costruire in prospettiva un documento di pianificazione completo e condivisibile;
- f) Modellare il campo acustico generato in relazione alle condizioni oceanografiche (profilo di profondità/temperatura, canali acustici, profondità e caratteristiche del fondale, propagazione sferica o cilindrica) e alle caratteristiche della sorgente (frequenza dominante, intensità e direzionalità), per stabilire le distanze di propagazione, e quindi le EZ (*Exclusion Zone*), per le seguenti intensità: 160db re 1 μ Pa, 180db re 1 μ Pa, 190db re 1 μ Pa. In caso di *Power Down* (vedi sezione pratica lettera e), stabilire anche i raggi di propagazione di 180db re 1 μ Pa e 190db re 1 μ Pa relativi alla potenza ridotta. Ad esempio, un *array* di X *air-gun* può essere ridotto a 1 solo *air-gun* attivo a seguito di un *Power Down*, in modo da ridurre la potenza emessa (e il relativo raggio di pericolosità) senza spegnere la sorgente;
- g) Utilizzare sempre la minima potenza della sorgente (es. *air-gun*, *sonar*) utile al conseguimento degli obiettivi;
- h) Verificare in campo, quando possibile, i reali livelli e distanze di propagazione, modificando eventualmente il raggio della *Exclusion Zone*. Per fare ciò, eseguire una serie di rilevazioni con strumentazione calibrata. Le misure andrebbero ripetute al cambiamento delle condizioni di propagazione. In caso di impossibilità, fare sempre riferimento al modello più conservativo;
- i) Considerare la possibilità di espandere la zona EZ anche oltre il limite dei 180db re 1 μ Pa adottando quella relativa ai 160db re 1 μ Pa nel caso si osservino variazioni comportamentali degli animali presenti al di fuori di essa;
- j) Prevedere un sistema automatico di *logging* dell'attività della sorgente per documentare l'ammontare di energia acustica prodotta e rendere disponibili queste informazioni agli organi deputati a regolamentare le emissioni acustiche, alla comunità scientifica e al pubblico;
- k) Prevedere l'utilizzo di un *software* di raccolta e registrazione dei dati di navigazione, condizioni meteo, avvistamenti e contatti acustici. Tale *software* deve essere il più automatizzato possibile per non distogliere gli MMO dai loro compiti di monitoraggio. Il *software* dovrebbe inoltre essere in grado di visualizzare geograficamente in tempo reale gli avvistamenti e i contatti acustici inseriti;
- l) Prevedere quale parte integrante delle misure di mitigazione la produzione di report per fornire informazioni sulle procedure applicate, sulla loro efficacia, e per fornire dati di presenza animali da utilizzarsi per alimentare i database già esistenti. Incoraggiare la pubblicazione dei report sulle riviste specializzate;

- m) Allertare, durante le operazioni, le reti per gli spiaggiamenti dell'area di interesse; pianificare, se necessario, attività di monitoraggio addizionale delle coste più vicine;
- n) In caso di spiaggiamenti o avvistamenti di carcasse potenzialmente legati alle operazioni (secondo il giudizio del Responsabile MMO a bordo), interrompere ogni emissione acustica, avvertire le autorità competenti e dedicare ogni possibile sforzo alla comprensione delle cause di morte;
- o) In caso di comportamenti anomali degli animali osservati nelle vicinanze delle operazioni, è facoltà degli MMO di richiedere la cessazione di ogni emissione acustica per determinare la causa del comportamento osservato ed evitare il suo protrarsi;
- p) Oltre che al monitoraggio visivo e acustico, gli MMO sono tenuti a sorvegliare l'applicazione delle regole di mitigazione e la conformità dell'esperimento (es. potenza della sorgente, zona di operazioni) alla Richiesta e relativa Autorizzazione vigente;
- q) Gli MMO fanno riferimento al Referente Nazionale che informa il segretariato ACCOBAMS attraverso report compilati su protocolli standardizzati. Discutere tempestivamente di ogni inaspettato cambiamento e condizione nei protocolli applicati con il Segretariato in collaborazione con il comitato scientifico;
- r) Le linee guida di mitigazione e le relative operazioni di implementazione adottate dovrebbero essere di volta in volta rese pubbliche da tutti i soggetti che si apprestino a svolgere attività rumorose in mare: Pubblici, Privati, Militari;
- s) Gli MMO devono essere personale competente e provvisto di adeguato background in materia. In caso di impossibilità di reperire tutto il personale con comprovata esperienza, assicurarsi che almeno la maggior parte di esso lo sia. Per operazioni che coprano le 24 h per più giorni consecutivi, il numero minimo di MMO non deve essere inferiore a 5;

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

- a) Assicurare monitoraggio visivo e acustico passivo (*PAM Passive Acoustic Monitoring*) con team specializzati di osservatori e bioacustici al fine di assicurare che non siano presenti cetacei nella EZ almeno per 30 minuti prima di avviare le sorgenti acustiche (*Ramp Up*, lettera b di questa sezione). L'intera EZ deve essere chiaramente visibile agli osservatori per tutti i 30 minuti. Le osservazioni, acustiche e visive, devono proseguire durante tutta l'attività di emissione (avvistamento durante le ore diurne e acustica 24 h);
- b) Nel caso di prima accensione della sorgente (*Ramp up*), essa deve essere attivata alla potenza minima e successivamente incrementata di non più di 6db ogni 5 minuti fino al raggiungimento della potenza desiderata (NMFS, 2000; NURC, 2009). La EZ (calcolata sul valore massimo operativo della sorgente) deve essere libera da mammiferi marini per almeno 30 minuti precedenti;
- c) Nel caso in cui un animale o un gruppo di essi sia presente o entri nella EZ durante i 30 min di osservazione precedenti all'attivazione della sorgente, attendere nuovamente 30 minuti ricalcolandoli come segue: 30 minuti da quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; dopo 15 minuti nel caso in cui gli animali (piccoli cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 45 minuti dall'ultimo contatto visivo); dopo 30 minuti nel caso in cui gli animali (grandi cetacei) spariscano dalla vista e l'ultimo avvistamento sia avvenuto all'interno della EZ (totale 60 minuti dall'ultimo contatto visivo);
- d) Nel caso in cui un animale o un gruppo di essi entri o stia per entrare nella EZ di 180db re 1 μ Pa, l'MMO deve tempestivamente richiedere la diminuzione (*Power Down*; di seguito PD, alla lettera e) dell'intensità della sorgente o la cessazione (*Shut Down*; di seguito SD) della stessa, secondo quanto descritto al punto e);

- e) Il *Power Down* comporta la riduzione della potenza della sorgente al livello minimo iniziale. In caso di *air-gun*, per esempio, si mantiene attivo 1 solo *air-gun*. Diminuendo la potenza emessa a livello minimo, la EZ di 180db re 1 μ Pa si riduce di conseguenza. Se gli animali continuano ad avvicinarsi fino a entrare nella nuova EZ, gli MMO richiedono uno *Shut Down*;
- f) Lo *Shut Down* comporta lo spegnimento completo della sorgente acustica;
- g) Dopo un avvistamento con relativo PD o SD, la sorgente può essere riattivata secondo le seguenti procedure: 1) Quando l'animale è stato visto lasciare la EZ; 2) Nel caso in cui l'animale non sia stato visto lasciare la EZ, dopo 15 minuti dall'ultimo contatto visivo nel caso di piccoli cetacei e pinnipedi; 3) Dopo 30 minuti nel caso di cetacei di grandi dimensioni;
- h) Dopo un PD, uno SD o una qualsiasi interruzione dovuta a ragioni tecniche, la sorgente può essere riattivata direttamente a piena potenza se la sospensione/riduzione sia durata meno di 8 minuti. In tutti gli altri casi, deve essere ripetuto il *Ramp Up*. Non sono richiesti i 30 minuti di osservazione preventiva nel caso in cui il monitoraggio degli MMO sia proseguito senza interruzione o nel caso in cui la sorgente sia stata mantenuta attiva al livello di intensità iniziale minima dopo un PD;
- i) I *Ramp Up* durante le ore notturne sono fortemente sconsigliati, date le oggettive difficoltà di rivelazione visiva degli animali. Possono comunque avvenire solo in caso in cui la sorgente non sia mai stata spenta per più di 8 minuti consecutivi;
- j) Prevedere che l'equipaggiamento per il monitoraggio visivo includa idonei binocoli (7x50, almeno uno per operatore in servizio), compresi *big eyes* (25x150, uno in caso di visione a 360 gradi, due, uno per lato, in caso di visione laterale limitata), da utilizzare secondo il protocollo di monitoraggio, che deve tenere in considerazione la rotazione degli operatori (secondo gli schemi solitamente adottati e accettati);
- k) Registrare ogni avvistamento e contatto acustico con le informazioni geografiche e temporali sia in un file con funzione di archivio che nel programma di log e visualizzazione geografica. Si suggerisce di utilizzare un solo programma che svolga entrambe le funzioni per evitare un doppio carico di lavoro per gli MMO;
- l) Registrare una linea di log ogni mezz'ora riportando i dati geografici, temporali e meteorologici e ogni qual volta si verifichi una variazione delle stesse o un evento degno di nota;
- m) Effettuare il monitoraggio acustico per tutta la durata delle emissioni acustiche attive e, in generale, per il maggior tempo possibile anche quando la sorgente è spenta;
- n) Le registrazioni acustiche andrebbero effettuate per tutto il periodo in cui la sorgente è attiva e comunque per tutto il periodo in cui l'*array* è in mare e operativo. Le stesse andrebbero conservate per almeno un anno dopo il termine dell'esperimento;
- o) Anche per il monitoraggio acustico, prevedere un *software* che assista l'operatore nella descrizione del contenuto delle stesse e compilare una linea di log ogni 30 minuti e ogni qual volta si verifichi un evento degno di nota;
- p) Effettuare il monitoraggio acustico con l'ausilio congiunto di cuffie (per la banda audio) e rappresentazione spettrografica full band per le bande infra e ultra soniche;
- q) L'operatore acustico deve essere in contatto sia con 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;
- è opportuno programmare il *survey* geofisico in maniera da evitare il periodo riproduttivo delle principali specie ittiche al fine di evitare effetti negativi sul numero di uova disponibili;
- considerazione di effetti cumulativi che potrebbero verificarsi per la presenza di altre attività impattanti nella stessa area di mare dove è svolta l'indagine geofisica o in una zona adiacente.

Fase di attività

- riduzione dell'intensità dell'emissione sonora e del numero di *air-gun*;
- *soft start* prolungato: da un minimo di 30 minuti ad un massimo di 60 minuti;
- zona di esclusione più ampia dove prevedere l'immediata riduzione dell'intensità della sorgente (*power down*) o la cessazione della stessa (*shut down*) in presenza di mammiferi marini;
- considerazione di un valore soglia del rumore inferiore per evitare non solo danni fisiologici ma anche disturbi comportamentali alla fauna acquatica;

- monitoraggio acustico passivo (PAM) da utilizzare in condizioni di scarsa visibilità e comunque da affiancare costantemente a quello visivo;
- verifica sul campo dei livelli di rumore e delle reali distanze di propagazione per constatare l'efficacia dell'estensione dell'area di sicurezza;

Fase post-survey

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

2.4 Regime vincolistico

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

Sono state analizzate le seguenti tematiche:

- Aree marine protette (zone marine dedicate a parco, Legge 979/1982, art. 31; zone costiere facenti parte di aree naturali protette o soggette a misure di salvaguardi, Legge 394/1991);
- Zone marine di ripopolamento (ex L. 41/82) e Zone marine di tutela biologica (Legge 963/1965);
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS), riconosciuti in ambito della Rete Natura 2000;
- Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Area" (IBA);
- Zone Umide di importanza internazionale, riconosciute dalla Convenzione di Ramsar, 1971;
- Aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004, comprendenti anche Zone archeologiche marine (ex Legge 1089/39);

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 Sardegna (www.regione.sardegna.it);
- Lipu (www.lipu.it);
- Sovrintendenze dei Beni Archeologici;

Si ricorda che le operazioni di indagine geofisica verranno effettuate esclusivamente all'interno dell'area oggetto di istanza di prospezione, la quale si trova ad una distanza minima di oltre 24 miglia nautiche dalle coste sarde e dalle aree protette, ben oltre la zona di tutela di 12 miglia nautiche imposta dalla normativa vigente.

2.4.1 Aree naturali protette

La legge Quadro n.394 del 6 dicembre 1991 pone l'obiettivo di coniugare le esigenze di conservazione e salvaguardia del patrimonio naturale con gli interessi delle popolazioni locali attraverso l'avvio di forme di sviluppo sostenibile all'interno dell'area protetta.

La tutela dei valori naturali e ambientali, che la Legge affida all'Ente Parco, è perseguita attraverso lo strumento del piano per il parco, che suddivide il territorio in funzione del diverso grado di protezione. Il territorio del Parco è dunque articolato in aree o parti caratterizzate da forme differenziate di uso, godimento e tutela.

La zonizzazione del parco prevede quindi:

- **riserve integrali** nelle quali l'ambiente naturale è conservato nella sua integrità.
- **riserve generali orientate** nelle quali è vietato costruire nuove opere edilizie, ampliare le costruzioni esistenti, eseguire opere di trasformazione del territorio. Possono essere tuttavia consentite le utilizzazioni produttive tradizionali, la realizzazione delle infrastrutture strettamente necessarie, nonché interventi di gestione delle risorse naturali a cura dell'Ente Parco. Sono altresì ammesse opere di manutenzione alle opere esistenti.
- **aree di protezione** nelle quali, in armonia con le finalità istitutive e in conformità ai criteri generali fissati dall'Ente Parco, possono continuare, secondo gli usi tradizionali ovvero secondo metodi di agricoltura biologica, le attività agro-silvo-pastorali nonché di pesca e raccolta dei prodotti naturali, ed è incoraggiata anche la produzione artigianale di qualità.
- **aree di promozione economica e sociale** facenti parte del medesimo ecosistema, più estesamente modificate dai processi di antropizzazione, nelle quali sono consentite attività compatibili con le finalità istitutive del Parco e finalizzate al miglioramento della vita socio-culturale delle collettività locali e al miglior godimento del parco da parte dei visitatori.

2.4.1.1 Parchi Nazionali

Nella definizione di "Parco Nazionale" rientrano tutte le aree terrestri, fluviali, lacuali e marine che contengano uno o più ecosistemi intatti o, anche se parzialmente alterati da interventi antropici, contengano 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.

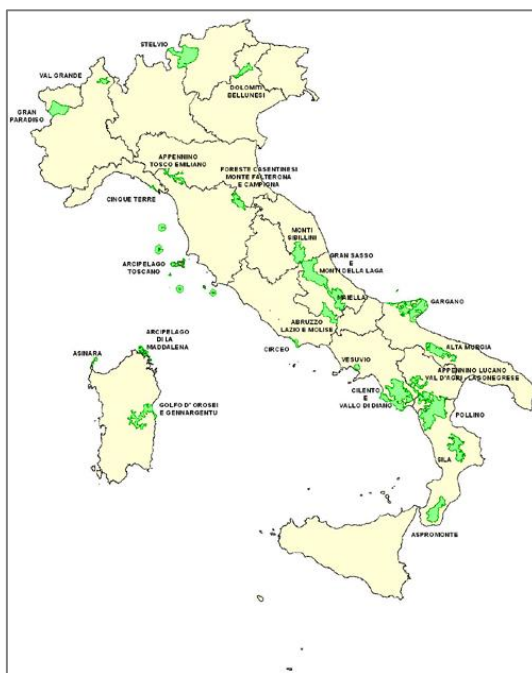


Figura 2.3 - Mappa dei Parchi Nazionali Presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)

La zona riguardante l'istanza di permesso di prospezione, non comprende Parchi Nazionali. L'unico parco Nazionale che si affaccia nella parte ovest della Sardegna è il Parco dell'Asinara. Per una descrizione del sito si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.2 Aree marine protette

Le aree marine protette sono istituite ai sensi delle leggi n. 979 del 1982 e n. 394 del 1991 con un 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.

Le aree marine protette generalmente sono suddivise al loro interno in diverse tipologie di zone denominate A, B e C.

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

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

Le aree marine protette sono 27 oltre a 2 parchi sommersi che tutelano complessivamente circa 228 mila ettari di mare e circa 700 chilometri di costa, la loro ubicazione è riportata nella seguente figura:



Figura 2.4 Aree Marine Protette nel territorio Italiano(fonte: www.minambiente.it)

L'area oggetto di studio non include alcun area Marina Protetta.

Lungo la costa occidentale della Sardegna, prospicienti l'area d'indagine, sono presenti 3 aree marine protette: "Isola Asinara", "Capo Caccia e Isola Piana", "Penisola del Sinis ed Isola di Mal di Ventre".

Per una descrizione dettagliata di queste si rimanda all'apposito capitolo 4.5.

2.4.2.1 Aree Marine di Reperimento e di prossima Istituzione

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 (Figura 2.5).

Le restanti 5 sono solo state indicate dalla legge come meritevoli di tutela ma non è ancora iniziato alcun iter amministrativo per l'istituzione: in Figura 2.6 sono rappresentate solo quest'ultime definite genericamente "aree marine di reperimento".

Le aree marine protette di prossima istituzione sono le aree di reperimento per le quali è in corso l'iter istruttorio Tale iter è previsto per le aree comprese nell'elenco delle 48 Aree di reperimento indicate dalle leggi 979/82 art.31 e 394/91 art.36. Nella cartina sono rappresentate le 17 aree marine protette di prossima istituzione, qualunque sia lo stato di avanzamento del previsto iter amministrativo.

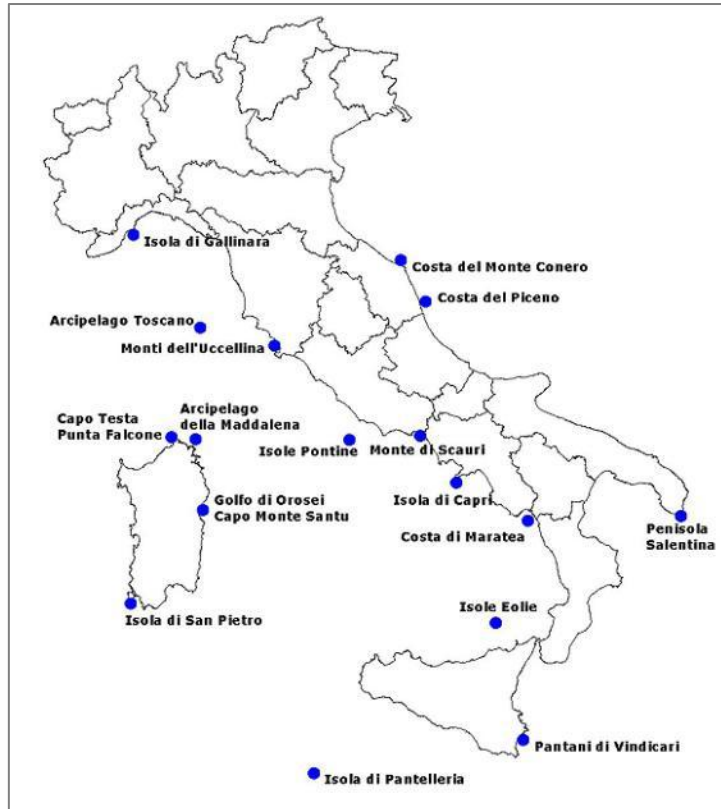


Figura 2.5 - Aree Marine protette di prossima istituzione (fonte: www.minambiente.it)



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

2.4.3 Aree Specialmente protette di Importanza Mediterranea

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.

L'area oggetto di interesse non comprende nessuna ASPIM.

Due di queste, però, si trovano lungo le coste antistanti la zona oggetto d'indagine: Capo Caccia-Isola Piana e Penisola del Sinis-Isola di Mal di Ventre. Per una descrizione dettagliata delle aree protette si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.4 Zone marine di ripopolamento e Zone marine di tutela biologica

Le Zone di Tutela Biologica vengono generalmente istituite ai fini della salvaguardia e di 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. Tuttavia la Sardegna essendo Regione autonoma ha provveduto indipendentemente all'istituzione di zone di tutela biologica con la legge regionale 7 agosto 1990, n. 25, indicando le zone: Golfo di Cagliari, Palmas ed Oristano (Piano di gestione, ex art.24 del Reg. CE n.1198/2006, GSA 11 Sardegna).

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.

Con il Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011 sono state istituite in via sperimentale, per la tutela dell'astice, del polpo comune e del riccio di mare, delle zone di ripopolamento, le quali si trovano rispettivamente al largo di Castelsardo, a Nord di S.Vero Milis e a Sud di Capo Pecora.

Nell'area oggetto di indagine non rientra nessuna ZTB o Zona di Ripopolamento, in quanto essa si trova a molte miglia di distanza dalla costa.

Per una descrizione più dettagliata delle ZTB e Zone di Ripopolamento lungo la costa si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.5 Zone Umide di Importanza internazionale (Convenzione di Ramsar, 1971)

La Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, è stata firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971.

L'atto viene 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 determina 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.

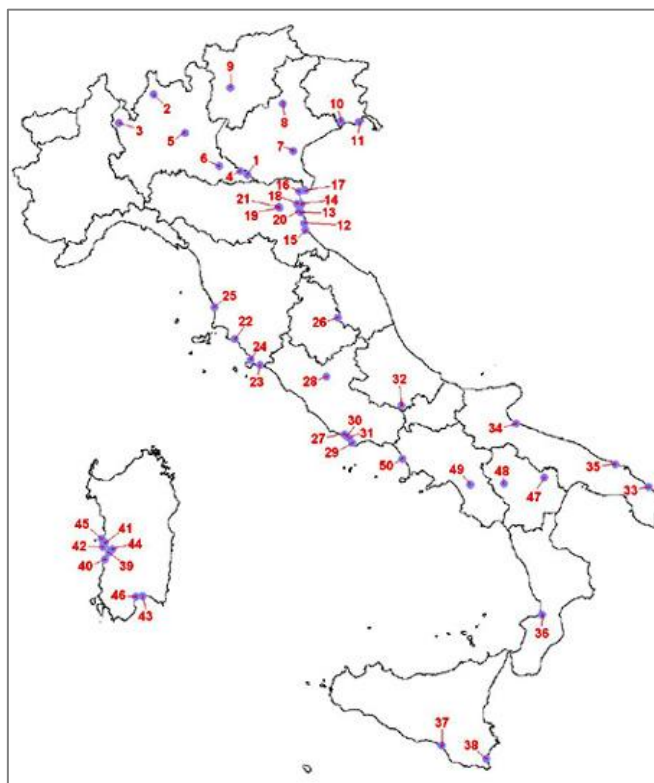


Figura 2.7 - Zone Umide di Importanza Internazionale presenti nel territorio Italiano (fonte: www.minambiente.it)

Nel zona oggetto d'indagine non rientrano zone di Interesse Internazionale, però alcune di esse sono presenti lungo la costa prospiciente l'area d'indagine. Esse sono:

Codice	Nome
3IT016	S'Ena Arrubia
3IT021	Stagno di Cabras
3IT022	Stagno di Corru S'ittiri, stagni di San Giovanni e Merceddi
3IT023	Stagno di Pauli Maiori
3IT035	Stagno di Sale E'Porcus
3IT036	Stagno di Mistras

Per una completa descrizione dei siti si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.6 Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale (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.

La zona oggetto d'istanza di permesso di prospezione, non include al suo interno alcun SIC o ZPS.

Ciononostante, lungo le coste della Sardegna sono stati individuati i siti facenti parte della Rete Natura 2000:

Tipo	Codice	Nome
SIC	ITB010042	Capo Caccia, con le isole Foradada e Piana e Punta del Giglio
SIC	ITB010043	Coste ed Isolette a Nord Ovest Sardegna
SIC	ITB 010082	Isola Asinara
SIC	ITB020041	Entrotterra e zona costiera tra Bosa, capo Marargiu e porto Tangone
SIC	ITB030034	Stagno di Mistras di Oristano
SIC	ITB030035	Stagno di Sales 'E Porcus
SIC	ITB030036	Stagno di Cabras
SIC	ITB030038	Stagno di Putzu Iddu (salina Manna e Pauli)
SIC	ITB030080	Isola di Mal di Ventre e Catalano
SIC	ITB032228	Is Arenas
ZPS	ITB010001	Isola dell'Asinara
ZPS	ITB013011	Isola Piana di Porto Torres
ZPS	ITB013044	Capo Caccia
ZPS	ITB023037	Costa ed Entrotterra di Bosa, Suni e Montresta
ZPS	ITB033036	Costa di Cuglieri
ZPS	ITB030039	Isola Mal di Ventre
ZPS	ITB034006	Stagno di Mistras
ZPS	ITB034007	Stagno di Sale E' Porcus
ZPS	ITB034008	Stagno di Cabras

Per una descrizione completa dei SIC e delle ZPS individuate si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.7 Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Area (IBA)

Nate da un progetto di BirdLife International portato avanti in Italia dalla Lipu, 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 importante 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 11000, sparse in 200 Paesi, in Italia, sono state classificate 172 IBA.

Trovandosi la zona oggetto d'indagine distante molte miglia dalla costa, essa non comprende nessuna IBA al suo interno. Per completezza, verranno di seguito riportate le 6 IBA presenti lungo la costa prospiciente l'area d'indagine:

1. Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino
2. Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo
3. Capo Caccia e Porto Conte
4. Costa tra Bosa ed Alghero
5. Costa di Cuglieri
6. Paludi di Sinis ed Oristano

Per una dettagliata descrizione delle IBA sopra riportate si rimanda al capitolo 4.5.

2.4.8 Zone archeologiche marine

In Italia, la tutela dei beni archeologici sommersi è esercitata in conformità degli stessi principi generali previsti per il patrimonio archeologico nel sottosuolo. Tali principi sono ribaditi e ampliati in un fondamentale strumento internazionale recentemente ratificato dall'Italia, la Convenzione sulla Protezione del Patrimonio Culturale Subacqueo, adottata a Parigi il 2 novembre 2001 dagli Stati membri dell'UNESCO allo scopo di mettere in grado le parti di tutelare al meglio il loro patrimonio sommerso. Si tratta di uno strumento di disciplina, protezione e promozione delle ricchezze culturali presenti nei fondali italiani.

L'8 aprile 2010 la Convenzione UNESCO (comprensiva dell'Allegato) è entrata in vigore in Italia tramite la Legge 23 ottobre 2009, n. 157, di ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo. Nell'Articolo 5 della 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 alla Autorità marittima più vicina (www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea).

Si precisa che le "zone di protezione ecologica" previste dalla legge 8 febbraio 2006 n. 61 sono una parziale attuazione della zona economica esclusiva (ZEE), pertanto anche la loro delimitazione risente delle stesse difficoltà che sorgono per la delimitazione delle zone economiche esclusive (limite delle 200 miglia marine).

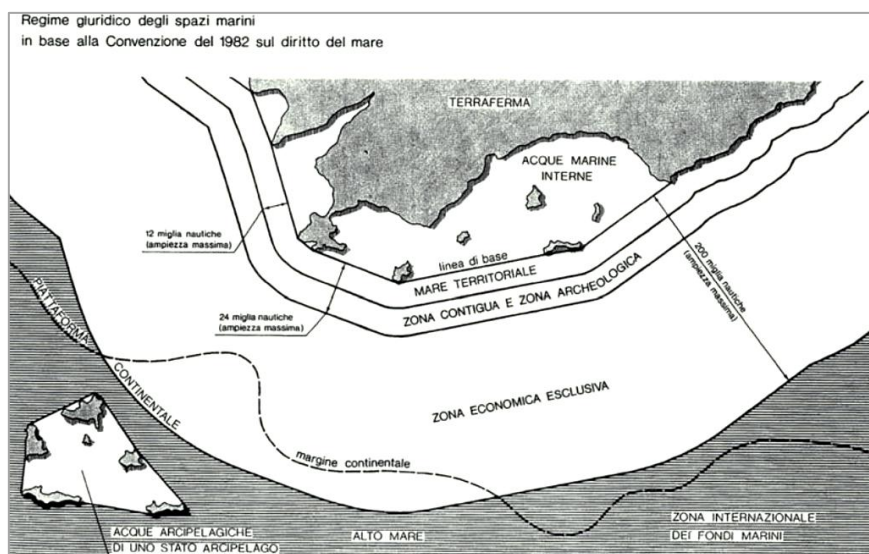


Figura 2.8 – Spazi marittimi e suddivisione delle acque prospicienti le coste (fonte: Caffio, 2007)

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

2.4.8.1 Aree di interesse archeologico

L'area marina di interesse archeologico più prossima all'area in esame è costituita dal sito archeologico subacqueo di Cala Reale, nei fondali dell'Isola dell'Asinara. Questo sito è nato dalla collaborazione tra il Parco Nazionale dell'Asinara, la Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Sassari e Nuoro e il Comune di Porto Torres.

Il sito archeologico subacqueo, a partire dal 1995, è stato oggetto di attenzioni da parte della Soprintendenza ai Beni Archeologici di Sassari e Nuoro e nel 2009 è stato sottoposto a uno scavo integrale per facilitare lo studio, la valorizzazione e la fruizione.

Si tratta di una nave con il carico di anfore, contenenti salsa di pesce, il gorum dei Romani, e pesce sotto sale, proveniva dalla Lusitania, l'odierno Portogallo, e naufragò all'ingresso della Cala tra la fine del IV e gli inizi del V sec. d.C. Il giacimento conta circa circa 39 mila reperti che sono adagiati sul fondale, a soli sette metri di profondità (www.archeosnu.beniculturali.it/index.php?it/80/eventi/153/asinara-isola-di-ercole).

Il sito archeologico sommerso è individuato in superficie da quattro gavitelli muniti di bandiere segna-sub e luci notturne a formare un quadrato di circa 35 metri di lato all'interno del settore sud-est del campo boe gestito dalla Società "Cormorano Marina" (www.asinaramarina.com/).

Le coordinate dei vertici dell'area di scavo (ricavate dall'ordinanza n. 31/2010 emessa dalla Capitaneria di Porto di Porto Torres) sono indicati nella tabella seguente:

Punto	Latitudine	Longitudine
A	41° 3' 39,22"	8° 17' 36,22"
B	41° 3' 40,85"	8° 17' 27,35"
C	41° 3' 39,86"	8° 17' 28,26"
D	41° 3' 40,89"	8° 17' 28,36"

L'area di interesse archeologico di Cala Reale si trova in posizione riparata all'interno del Golfo dell'Asinara, in una baia ad est dell'omonima isola, la quale si frappone tra l'area archeologica e l'area oggetto di istanza di prospezione. A causa della posizione protetta e della notevole distanza (circa 31 miglia nautiche in linea d'aria, oltre 57 chilometri) tra l'area di prospezione ed il sito archeologico di Cala Reale, non si prevedono in alcun modo interferenze tra le attività previste nel programma dei lavori e l'area soggetta a tutela.

Si sottolinea che non vi sono siti di interesse archeologico né all'interno del blocco oggetto di studio, né nelle immediate vicinanze, ma che in caso di rinvenimento, durante l'attività di acquisizione geofisica, di reperti di interesse storico e archeologico verranno bloccate le attività e prontamente avvertite le autorità competenti.

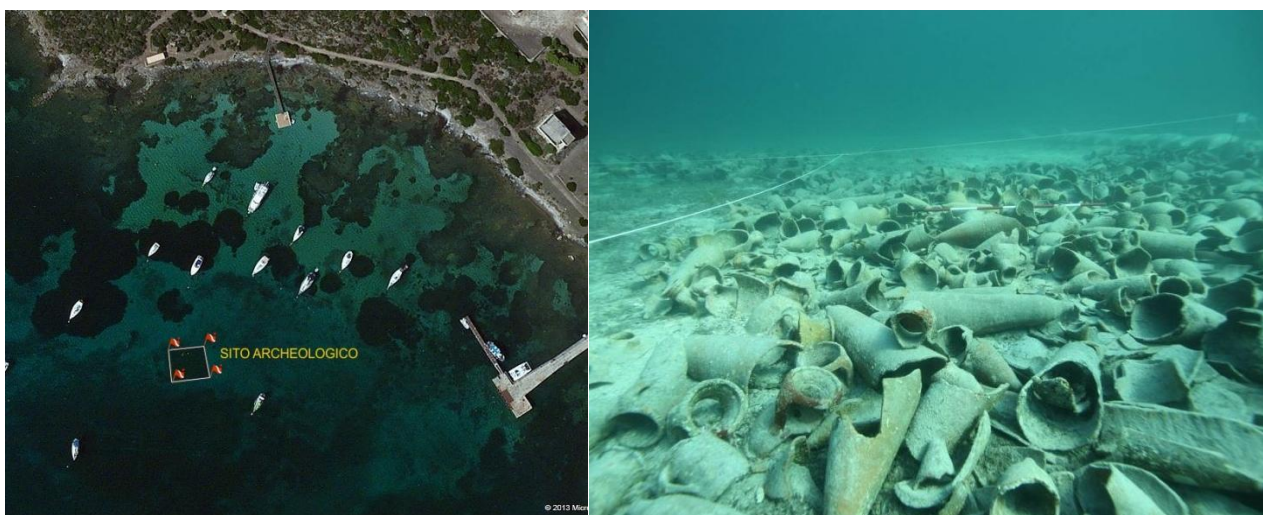


Figura 2.9 – a sinistra foto satellitare con indicazione dell'area in cui ricade il sito archeologico di Cala Reale (fonte: <http://www.asinaramarina.com>); a destra foto subacquea del sito (fonte: Ufficio stampa Comune di Porto Torres)

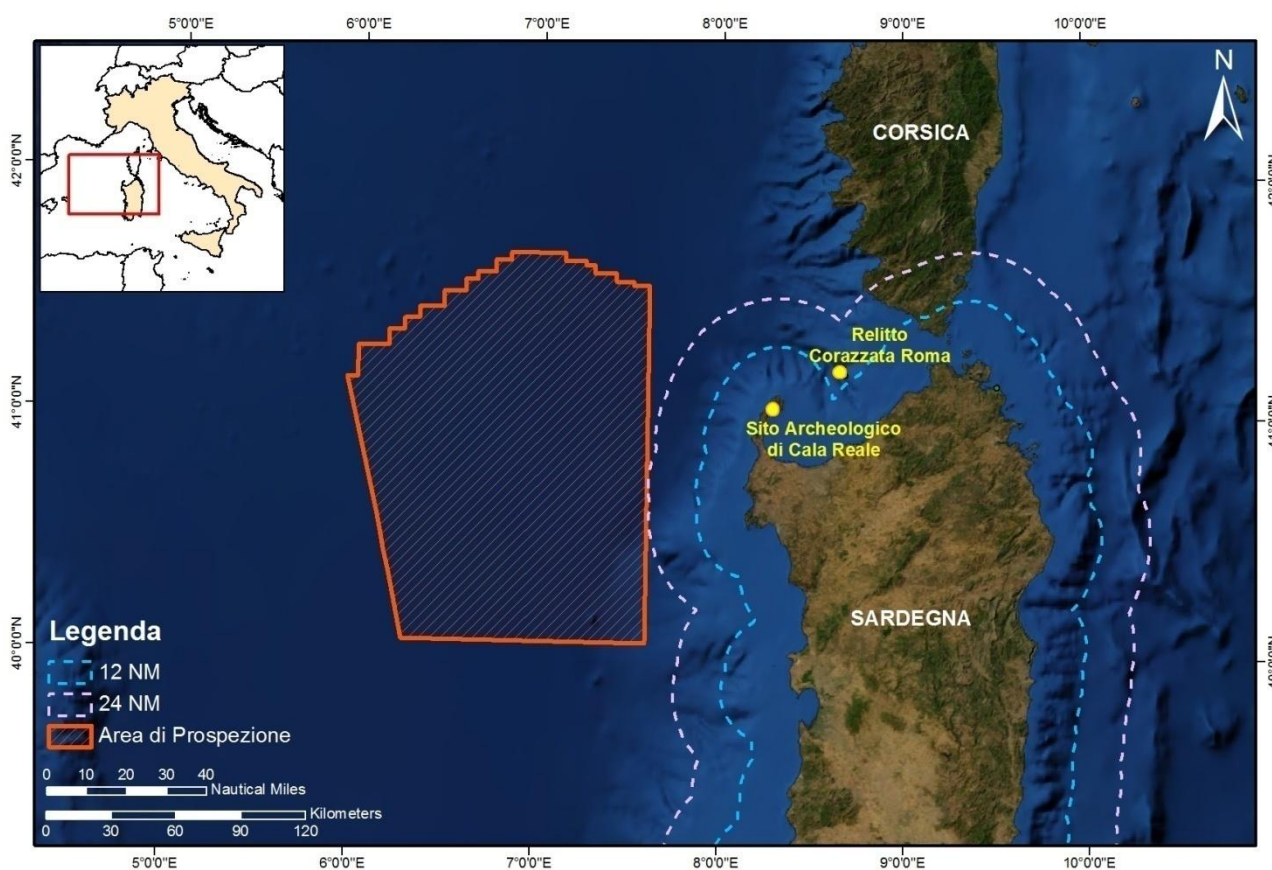


Figura 2.10 – mappa dell'area oggetto di prospezione con indicazione delle aree a 12 e 24 miglia nautiche (NM) dalla costa e localizzazione dei siti di interesse archeologico subacqueo più vicini

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

Da informazioni acquisite nel sito internet della Guardia Costiera e delle varie Capitanerie di Porto della Sardegna nordoccidentale (www.guardiacostiera.it/capitanerieonline/ordinanze) risulta che non sono presenti specifiche Ordinanze relative alla presenza di aree vincolate e/o interdette che ricadono all'interno

o nelle immediate vicinanze del l'area dell'Istanza di Permesso di Prospezione. Sono pertanto state considerate le ordinanze più recenti riguardanti zone vicine all'area di istanza di permesso di prospezione, emanate dalle autorità competenti (Capitanerie di Porto di Oristano e di Porto Torres, Uffici Circondariali Marittimi di Alghero e di Bosa).

La **Capitaneria di Porto di Porto Torres**, con ordinanza n. 32/2013 ha reso noto che nel periodo dal 03/07/2013 al 30/08/2013, nel tratto di mare compreso all'interno dell'area avente come vertici i punti individuati nell'allegato stralcio della carta nautica INT 3302 (Figura 2.11), si sono svolti rilievi in mare per l'identificazione e la catalogazione dei resti e la mappatura completa del sito di ritrovamento del relitto della Corazzata Roma (Nave da guerra della Regia Marina), mediante l'impiego del catamarano DAEDALUS (MMSI 269 55 2000).

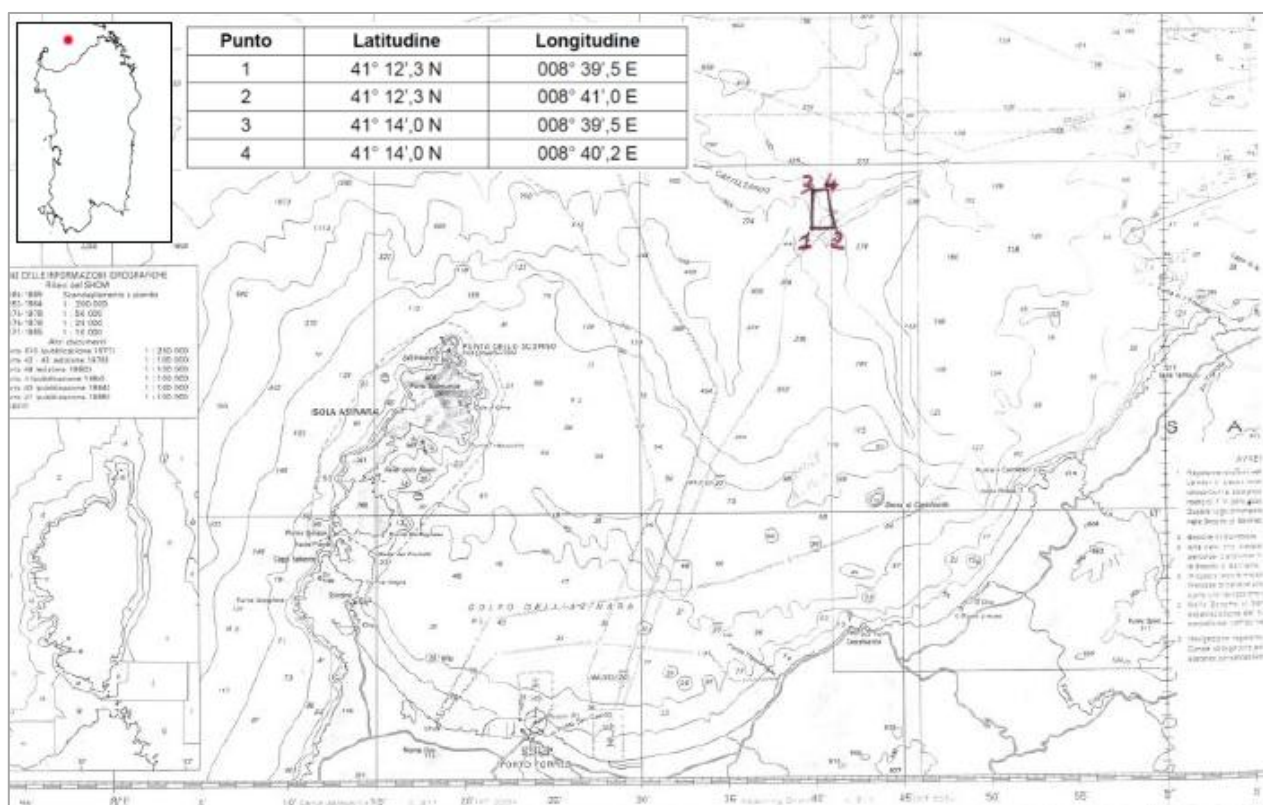


Figura 2.11 – Mappa di riferimento e coordinate dell'area interessata dal recupero del relitto Corazzata Roma (fonte: ordinanza n. 32/2013 della Capitaneria di Porto di Porto Torres, modificata con tabella coordinate)

La **Capitaneria di Porto di Oristano** con ordinanza n. 16 del 2012 ha predisposto un nuovo perimetro per il divieto di navigazione, ancoraggio e sosta delle navi mercantili adibite al trasporto di merci e passeggeri superiori alle 500 tonnellate di stazza lorda nella fascia di mare che si estende per due miglia marine dai perimetri esterni dell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre" (Figura 2.12).

Con l'ordinanza n. 10/2012 la stessa Capitaneria di Porto ha sancito l'interdizione di transito, sosta, pesca e attività subacquee e diportistiche in genere del tratto di costa in località Tungiosu nel Comune di Cabras (Penisola del Sinis, di fronte all'isola di Mal di Ventre), interessato da fenomeni franosi. L'area interdetta è compresa tra i punti aventi coordinate WGS84: Punto 1: 39° 59' 06.96" N, 008° 24' 15.18" E; Punto 2: 39° 59' 59.75" N, 008° 24' 38.80" E. L'interdizione si estende fino a 50 metri di distanza al largo.

Con ordinanza n. 01/2012 la Capitaneria di Porto di Oristano ha inoltre interdetto la zona di mare per un raggio di 200 metri con centro in corrispondenza di Torre Scala e Sale, nel Comune di San Vero Milis (OR), nel litorale settentrionale della Penisola del Sinis, a causa di movimenti franosi della costa rocciosa.

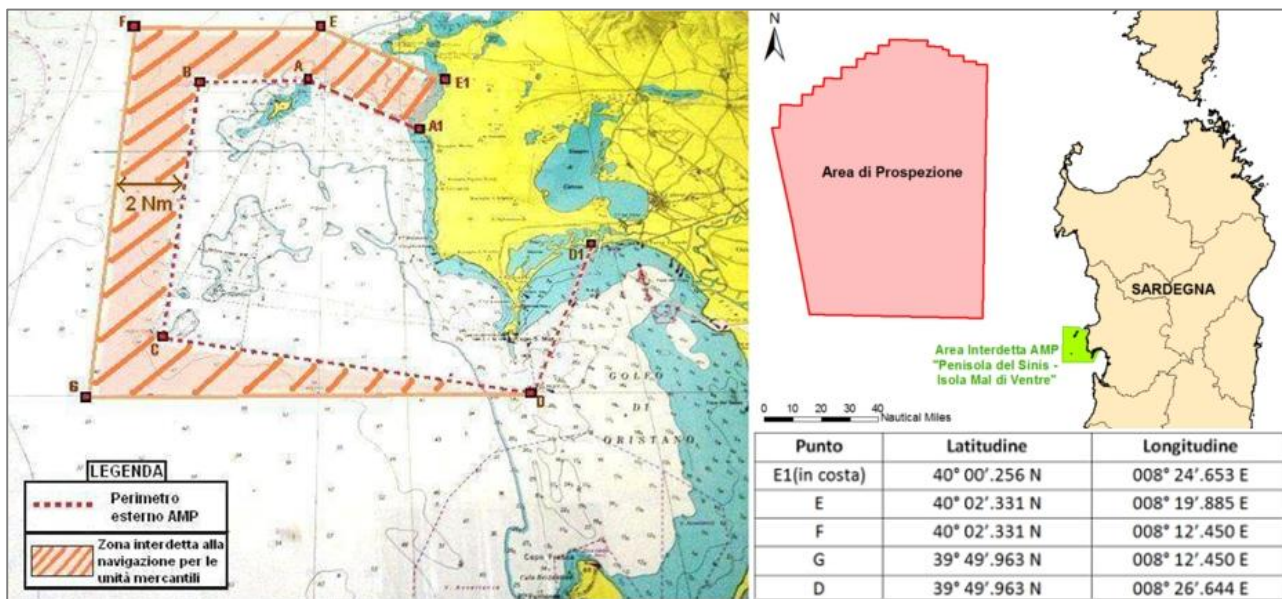


Figura 2.12 – Stralcio di carta nautica n.48 dell'Istituto Idrografico della Marina Militare e tabella coordinate dell'area interdetta attorno all'AMP Penisola del Sinis – Isola DI Mal di Ventre (fonte: Ordinanza n. 16 del 2012 della Capitaneria di Porto di Oristano, modificata con indicazione dell'area oggetto d'istanza di prospezione)

L'ufficio Circondariale Marittimo di Alghero, con ordinanza n. 31/2012 ha interdetto il transito nel tratto di costa in località Capo Caccia a causa dell'instabilità di un costone di roccia a rischio di frana. Le coordinate dei vertici dell'area oggetto di interdizione sono riassunti nella tabella di Figura 2.13.

Nell'area specificata nell'ordinanza, è vietato:

- navigare, ancorare e sostare con qualunque unità sia da diporto che ad uso professionale;
- praticare la balneazione;
- effettuare attività di immersione con qualunque tecnica;
- svolgere attività di pesca di qualunque natura.

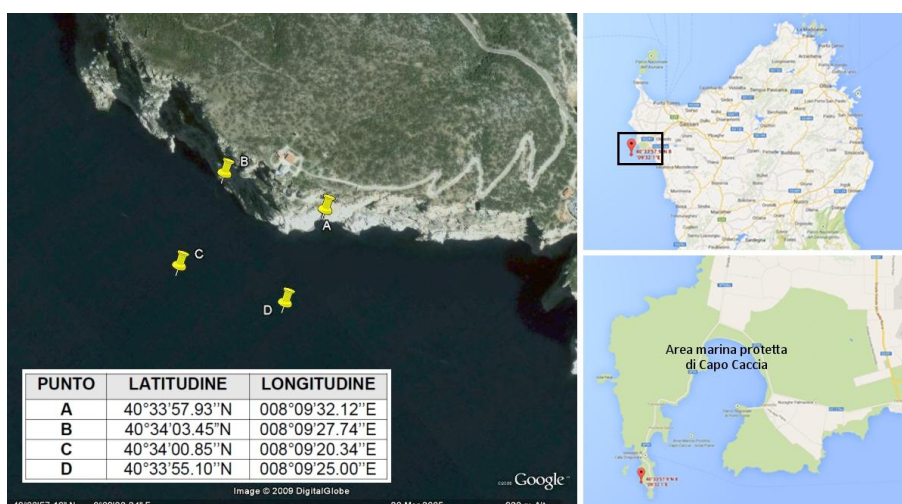


Figura 2.13 - Mappa con localizzazione dell'area di Capo Caccia interdetta al transito e tabella coordinate (fonte: ordinanza n. 32/2013 dell'Ufficio Circondariale marittimo di Alghero, modificata; immagini da Google Maps)

E' presente nell'area di Capo Caccia una boa appartenente alla Rete Ondametrica Nazionale. La boa, denominata "Alghero" si colloca alle coordinate WGS84 di: 40° 32' 55" N e 08° 06' 25" E (ad una distanza di oltre 23 miglia nautiche dall'area di prospezione). Attorno alla boa è prevista un'area di interdizione con raggio pari a 300 m come indicato nell'Ordinanza n. 02/2010 emessa dall'Ufficio Circondariale Marittimo di Alghero. Nell'area interessata dall'interdizione è vietato:

- navigare, ancorare e sostare con qualunque unità sia da diporto che ad uso professionale;
- praticare la balneazione;
- effettuare attività di immersione con qualunque tecnica;
- svolgere attività di pesca di qualunque natura.

Tutte le unità in transito in prossimità dello specchio d'acqua di cui sopra dovranno procedere a moto lento e con la massima cautela, attenersi alle disposizioni eventualmente impartire dal personale addetto al controllo ed astenersi da ogni attività suscettibile di recare pericolo per la sicurezza alla navigazione e la tutela della pubblica incolumità.

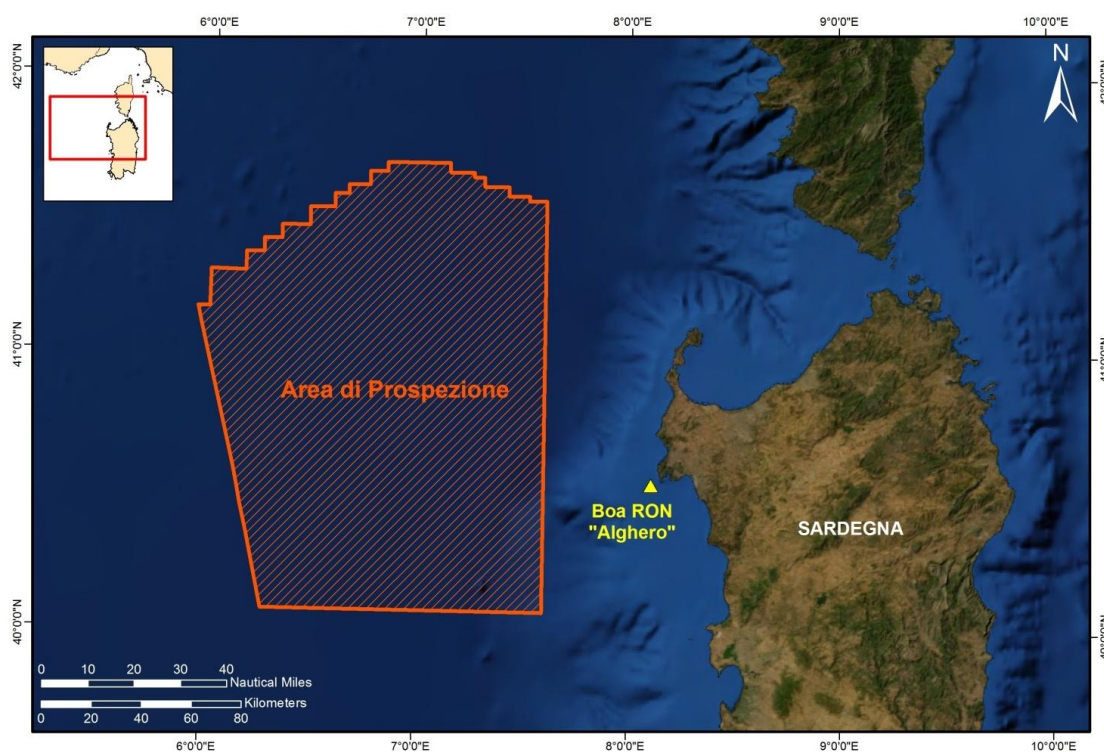


Figura 2.14 – mappa con ubicazione della boa della Rete Ondametrica Nazionale "Alghero"

L'Ufficio Circondariale Marittimo di Bosa ha emanato un'Ordinanza (n. 01/14 del 27/02/2014) di interdizione nello specchio acqueo antistante cava dismessa Turas, a pochi chilometri a sud di Bosa Marina in provincia di Oristano.

L'Ufficio Circondariale Marittimo di Bosa, con ordinanza n. 14/13 del 13/12/2013 ha interdetto la navigazione in un'area di secca all'interno del Porto Fluviale di Bosa, mentre con ordinanza n. 4 del 31/03/2011 ha interdetto la circolazione nei primi 50 metri dalla costa in località Casa del Vento a causa di una frana che ha interessato la parete rocciosa.

Con avviso di pericolosità n. 01/10 del 2010 è stata sancita l'interdizione al traffico marittimo e all'attività subacquea e diportistica in genere all'interno di un'area in località Porto Managu, corrispondente ad un'ex impianto di acquacoltura ora abbandonato. In questa zona sono presenti gabbie galleggianti, boe e

strutture semi sommerse per acquacoltura con relativi e numerosi cavi di ormeggio per corpi morti posizionati sul fondale, di cui non è nota l'ubicazione e che dunque determinano pericolo di collisione per natanti. L'Ufficio Circondariale Marittimo invita a prestare la massima attenzione durante la navigazione nel tratto di mare limitrofo a quello sopra indicato, mantenendo la minima velocità di manovra ed una adeguata distanza di sicurezza (minimo 400 metri) dai punti individuati dalle coordinate sopra riportate e possibilmente predisporre un servizio di vedetta, per la navigazione a vista, allo scopo di individuare eventuali strutture galleggianti e/o semisommerse.

Le aree interdette al transito descritte dalle ordinanze sopraccitate, come pare evidente dalle immagini, riguardano porzioni di mare a grande distanza dall'area oggetto d'istanza e pertanto non interferiranno con le attività che saranno condotte nell'ambito del permesso di prospezione.

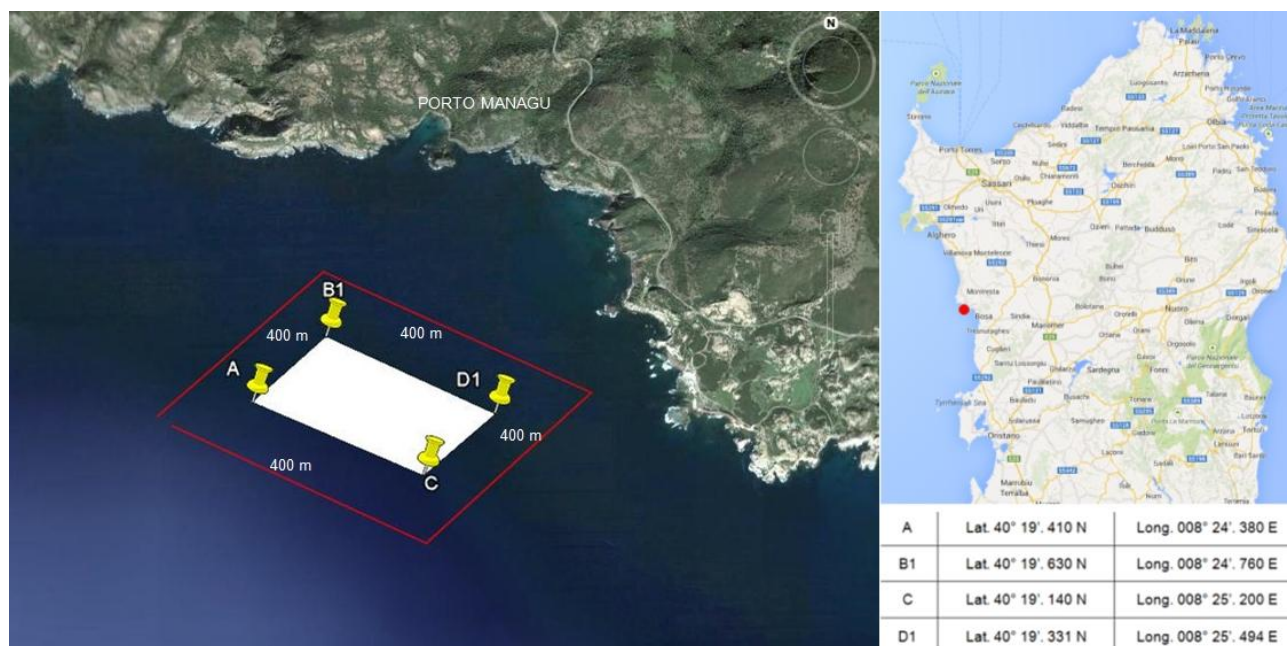


Figura 2.15 – area in località Porto Managu interdetta alla navigazione secondo l'avviso di pericolosità n. 01/2010 emanato dall'Ufficio Circondariale Marittimo di Bosa (fonte: <http://www.guardiacostiera.it/capitanerieonline/ordinanze>; mappe da google maps, modificate)

2.4.10 Siti di Interesse Nazionale costieri (SIN)

I siti di interesse nazionale, o SIN, rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate più pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari.

I SIN sono stati definiti dal decreto legislativo 22/97 (decreto Ronchi) e nel decreto ministeriale 471/99 e ripresi dal decreto 152/2006 che stabilisce che essi sono individuabili 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.

Con D.M. 11 gennaio 2013, 18 dei 57 SIN non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale e la competenza per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica all'interno di questi siti è stata trasferita alle Regioni territorialmente interessate che subentrano nella titolarità dei relativi procedimenti (Figura 2.16).



**Il Decreto Ministro Ambiente del
11/01/2013 riassume le competenze
per i siti di bonifica di interesse nazionale:**



Figura 2.16 – mappa dei siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN) con indicazione dei siti divenuti di competenza delle Regioni nel 2013. (fonte: http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/PROCEDURE_BONIFI_CHE_2013.pdf)

Nella Sardegna nordoccidentale è presente il sito di interesse nazionale dato dalle “Aree Industriali di Porto Torres” (sigla APT), che si sviluppa a ridosso dell’Area Protetta dell’Asinara ad ovest dell’abitato di Porto Torres, e ricade nei Comuni di Porto Torres e Sassari per una superficie dell’area inquinata di 4.571 ettari distribuiti sia in mare che nell’entroterra (federambiente,

Figura 2.18).

Il sito di interesse nazionale “Aree industriali di Porto Torres” è stato istituito con l’articolo 14 della legge 31 luglio 2002 n. 179; la sua perimetrazione è stata individuata con Decreto del Ministero dell’Ambiente del 7 febbraio 2003 ed ampliata con l’inserimento della Discarica di Calancoi tramite Decreto del Ministero dell’Ambiente del 3 agosto 2005.

Gli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree industriali di Porto Torres sono stati definiti nell’accordo programmatico del 22 settembre 2009 tra la Regione Autonoma della Sardegna, il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la Provincia di Sassari, i Comuni di Porto Torres e di Sassari.

L’area perimetrata “a terra” si estende su oltre 1.800 ettari e comprende il Polo Petrochimico (stabilimenti Syndial e discariche controllate e non interne agli stabilimenti medesimi quali l’area Minciareda, la discarica “Cava Gessi”, discariche industriali ed altre aree interessate dallo smaltimento di rifiuti, stabilimenti Ineos Vinyls–ex EVC, Sasol ed altri), il Polo Elettrico (centrale E.ON.-ex Endesa e impianti Terna), le aree del Consorzio ASI di Porto Torres (industrie chimiche, meccaniche, stabilimenti Laterizi

Torres, area ex Ferromin ed altre, depositi Eni ed Esso e stabilimento Distoms-ec Olchima, discarica e depuratore consortile) ed aree agricole ubicate nel territorio del Comune di Porto Torres nonché la Discarica di Calancoi, ubicata nel territorio del Comune di Sassari.

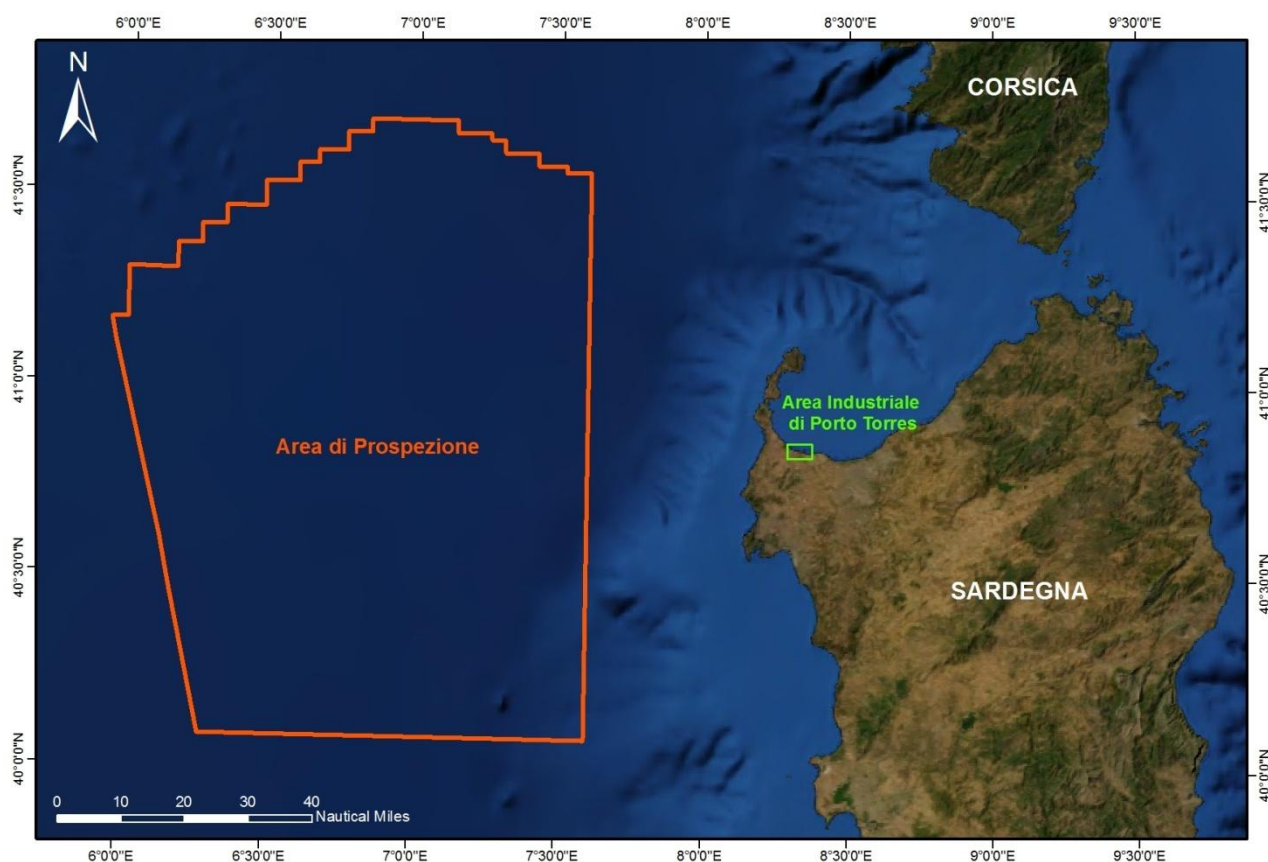


Figura 2.17 – Mappa di localizzazione dell’area SIN di Porto Torres (in verde), rispetto al blocco oggetto di istanza di prospezione (in arancione)

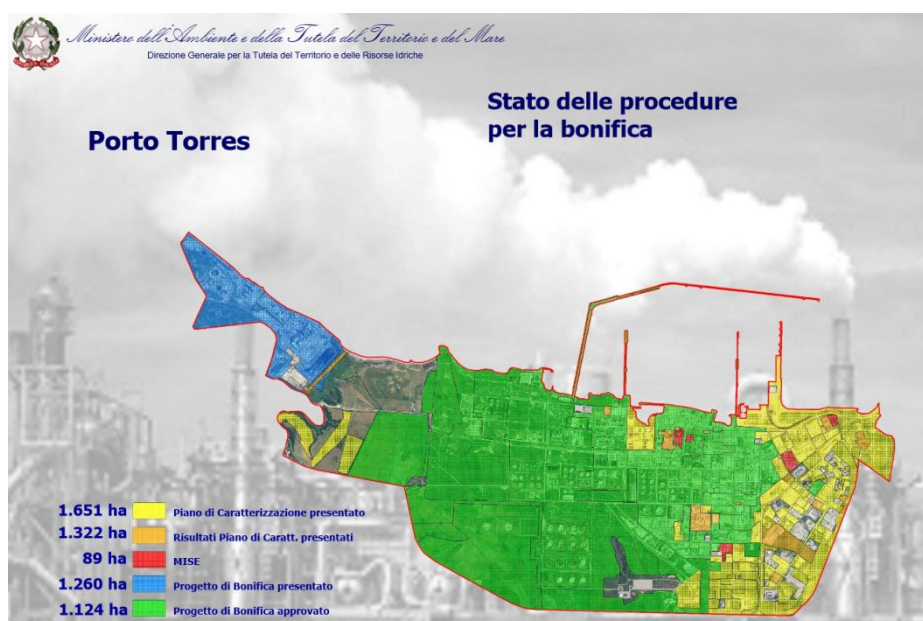


Figura 2.18 – Stato delle bonifiche nel SIN dell’area industriale di Porto Torres aggiornato al 1° marzo 2012 (fonte: www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/trasparenza_valutazione_merito/PROCEDURE_BONIFICHE_2013.pdf)

L'area marina antistante il nucleo industriale, già definita dalla perimetrazione di cui al D.M. 7 febbraio 2003, comprende il Porto industriale di Porto Torres e si estende tra la foce del Rio Mannu (confine orientale) e lo Stagno di Pilo (confine occidentale) per una superficie complessiva di circa 2.700 ettari (fonte: http://www.sardegnaambiente.it/documenti/18_183_20090929094306.pdf).

Tale sito di interesse nazionale si localizza in corrispondenza della costa ad ovest di Porto Torres, lungo il settore meridionale del Golfo dell'Asinara, a circa 37 miglia nautiche in linea d'aria rispetto all'area oggetto di prospezione (Figura 2.17). Il SIN oltre ad essere molto distante è anche riparato dall'isola dell'Asinara, che si frappone tra esso e l'area in esame, tanto da escludere ogni possibile interazione con l'attività che sarà svolta nel corso della prospezione.

2.4.11 Aree marine militari

Lungo le coste italiane esistono alcune zone di mare nelle quali sono saltuariamente eseguite esercitazioni navali di Unità di superficie e di sommergibili, di tiro, di bombardamento, di dragaggio ed anfibia.

Queste zone sono pertanto soggette a particolari tipi di regolamentazioni dei quali viene data notizia a mezzo di apposito Avviso ai Naviganti e che in funzione del tipo di esercitazione possono consistere in semplice interdizione alla navigazione, avvisi di pericolosità all'interno delle acque territoriali, o avvisi di pericolosità nelle acque extraterritoriali.

Le navi che si trovano a transitare in prossimità delle suddette zone dovranno attenersi alle disposizioni contenute nell'Avviso ai Naviganti che dà notizia di una esercitazione in corso od in programma ed in ogni caso, in mancanza di un Avviso particolare, dovranno navigare con cautela durante il transito nelle acque regolamentate, intensificando il normale servizio di avvistamento (ottico e radar).

(fonte: A.N. n° 5 della Premessa agli Avvisi ai naviganti 2014, Istituto Idrografico della Marina).

Ciascuna zona è indicata con una lettera alfabetica, che indica il tipo di attività che causa l'interdizione o la pericolosità della zona, seguita da un codice numerico a più cifre: la prima cifra è associata al tipo di zona, la seconda individua il Dipartimento M. o C.M.M.A. di giurisdizione (0 per la Spezia, 1 per Marisardegna, 2 per Mariscilia, 3 per Taranto, 4 per ex Ancona), mentre le cifre successive si riferiscono alla zona specifica.

In particolare le zone presenti sul territorio italiano possono essere riassunte in 4 principali tipologie:

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

Inoltre sono indicati con un asterisco (*) i poligoni, con fronte a mare, per esercitazioni di tiro con armi portatili.

Oltre alle zone oggetto di emissione di Avvisi ai Naviganti, identificate come sopra specificato, esistono altre zone soggette a restrizione dello spazio aereo e riportate nel presente Avviso per opportuna conoscenza (le relative informazioni sono state ricavate da: A.I.P. - Italia - Pubblicazione Informazioni Aeronautiche, edita dall'Ente Nazionale di Assistenza al Volo, ENR 5).

Tali zone sono identificate con una lettera, indicante il tipo di restrizione in atto, seguita da un numero che serve per individuare la zona specifica.

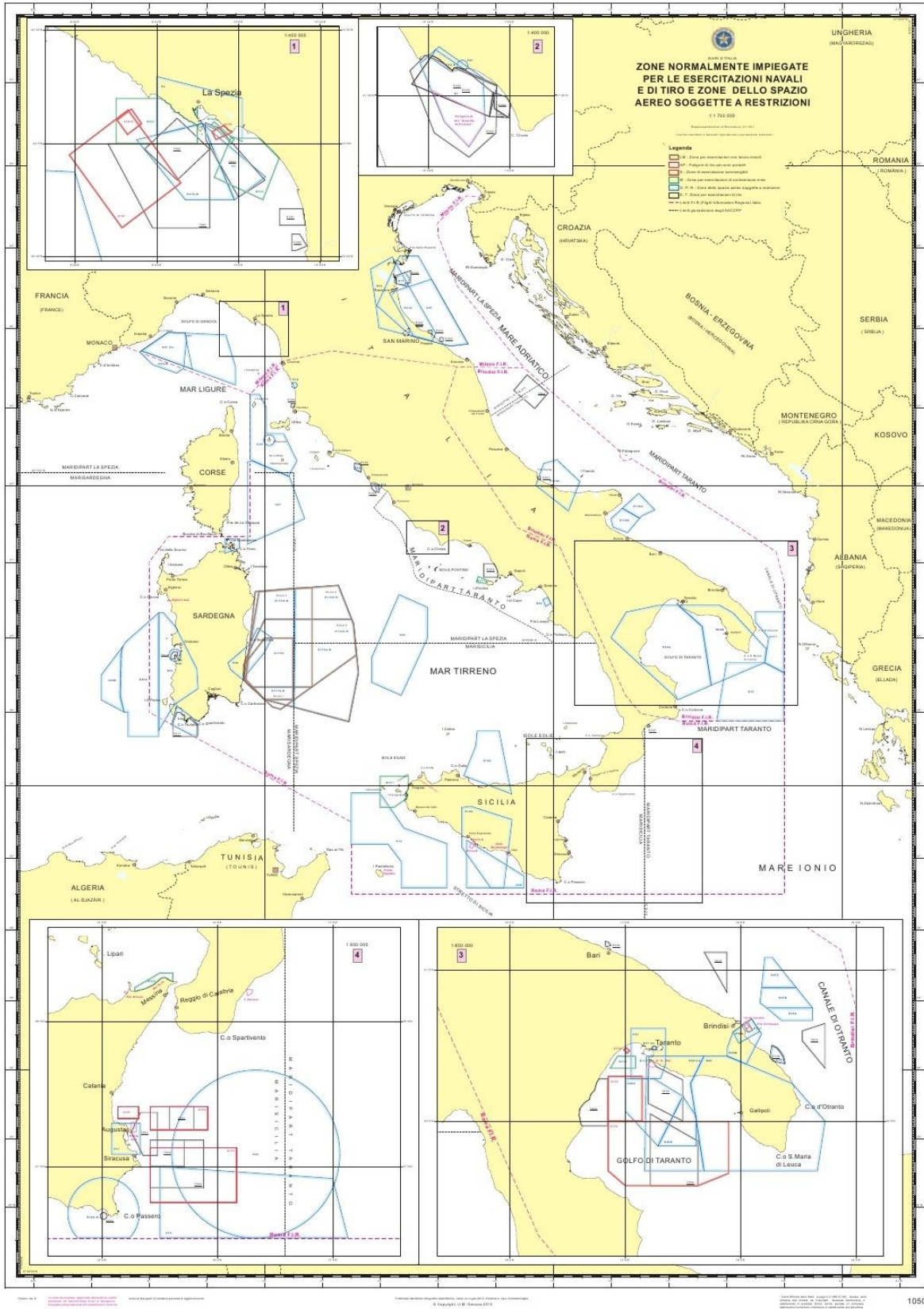


Figura 2.19 - Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall'Istituto Idrografico della Marina e scaricata dalla Premessa agli Avvisi ai Naviganti 2014 (fonte: www.marina.difesa.it/conosciamoci/comandanti/scientifici/idrografico/Documents/premessa_raccolta_2014/Premessa_2014.pdf)

Le lettere impiegate sono:

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

Le zone interdette o pericolose alla navigazione sono graficamente riportate anche sulla carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni – Scala 1:1.700.000) edita dall'Istituto Idrografico della Marina.

Le aree di esercitazione più vicine si collocano lungo la porzione meridionale delle coste occidentali della Sardegna, al largo del litorale che da Capo Maraggiu scende a sud oltre l'isola di San Pietro; esse sono contrassegnate dalle sigle D40B, D40A, R54, R59, T812. Si tratta di aree pericolose perlopiù con restrizioni allo spazio aereo, fatta eccezione per T812.

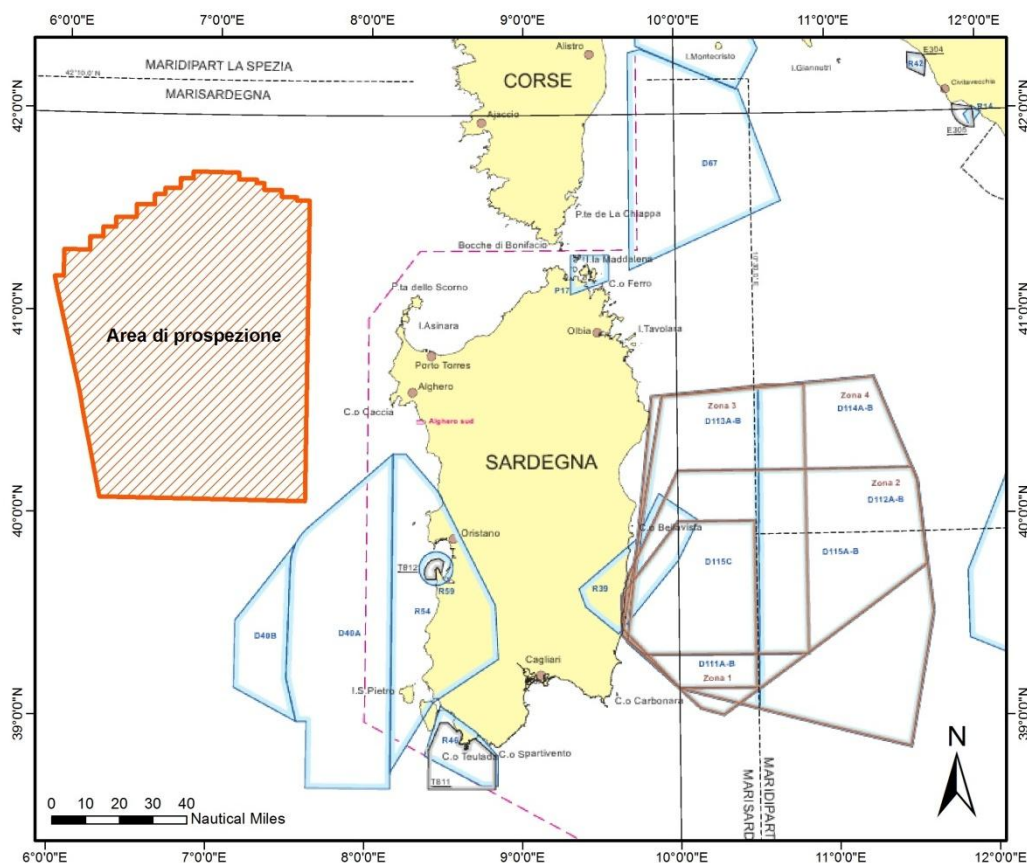


Figura 2.20 – Stralcio modificato della Carta n. 1050 (Zone normalmente impiegate per le esercitazioni navali e di tiro e zone dello spazio aereo soggette a restrizioni) con ingrandimento della Sardegna e indicazione dell'area oggetto di istanza di permesso di prospezione (in arancione). Fonte della cartografia di base: www.marina.difesa.it/, modificata.

Nella zona **T812 (Capo Frasca)** sono permanentemente interdetti la navigazione e la sosta con navi e/o natanti di qualsiasi genere e tipo, la pesca ed i mestieri relativi, il turismo nautico, la balneazione, nonché tutte le attività connesse con il pubblico uso del mare, tutti i giorni lavorativi, ad esclusione del sabato, dal 07 Gennaio al 30 Giugno e dal 01 Settembre al 21 Dicembre dalle 0730 OL alle 1730 OL con la possibilità di

estensione temporanea della finestra oraria da avanzare con preavviso di 10 (dieci) giorni. Detta zona, nei casi in cui il Poligono non sarà impiegato per un periodo uguale o superiore ai 10 (dieci) giorni, potrà essere disattivata su iniziativa dell'Ente responsabile del Poligono di Capo Frasca, mediante comunicazione all'Ufficio Circondariale Marittimo, con almeno 10 giorni di preavviso. (descrizione tratta dalla Premessa agli Avvisi ai naviganti 2014).

L'area oggetto di istanza si localizza ad una distanza minima di 6,5 miglia nautiche dalla più prossima area di esercitazione, ossia la D40A, che costituisce area con limitazioni al traffico aereo pertanto non sarà influenzata dall'attività di prospezione che avviene in ambito marino.

L'area T812, che prevede il divieto di navigazione, invece si localizza a circa 40,5 miglia nautiche a sudest dell'area di istanza, distanza notevole che esclude qualsivoglia interazione tra le attività di prospezione e le attività militari che saranno svolte nella zona di Capo Frasca.

2.4.12 Aree soggette a vincoli paesaggistici

Fanno parte delle aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" quelle aree e beni dichiarati di notevole interesse pubblico o di interesse paesaggistico (rispettivamente ai sensi degli artt. 136 e 157 del Codice) e già tutelati ai sensi delle leggi n. 77/1922 e n. 1497/1939.

Per quanto concerne la Sardegna occidentale, si tratta di zone perlopiù costiere, che distano oltre 24 miglia nautiche dall'area per la quale è stata inoltrata l'istanza di permesso di prospezione e che dunque non saranno minimamente influenzate dall'attività ivi svolta.

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

Per completezza è stato analizzato il tratto di costa corrispondente alla proiezione verso terra dell'area di prospezione, che risulta compreso tra l'isola dell'Asinara e Capo San Marco (Penisola del Sinis). Nel settore considerato sono presenti 20 aree vincolate individuate nel database SITAP (Sistema Informativo Territoriale, Ambientale e Paesaggistico) del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (<http://sitap.beniculturali.it/>), visualizzate nella mappa di **Figura 2.21** ed elencate in **Tabella 2.1**.

Le aree più vicine all'area di prospezione, si collocano nel tratto di costa compreso tra l'Asinara e Capo Caccia, ad una distanza minima di 24,5 miglia nautiche (oltre 45 chilometri), e sono, da nord a sud:

- Vincolo 200138: Isole Piana e Asinara per la loro orografia e per la materia granitica di cui sono composte la configurazione rocciosa scolpita dal vento e la flora mediterranea altrove scomparsa;
- Vincolo 200150: Territori di Porto Ferro Argentiera e Stintino per il caratteristico valore estetico dei quadri naturali;
- Vincolo 200174: zona litoranea nel comune di Sassari che costituisce un bastione formato da rocce scure frastagliate e strapiombanti sul mare v. codvin 200150 np i centri abitati aree di espansione ed edificabili;
- Vincolo 200173: area compresa tra Punta Giglio Capo Caccia e Torre De Bantine Sale caratterizzata da una varietà di strapiombi rocciosi v.codvin 200122 np centri abitati aree di espansione edificabili e militari.

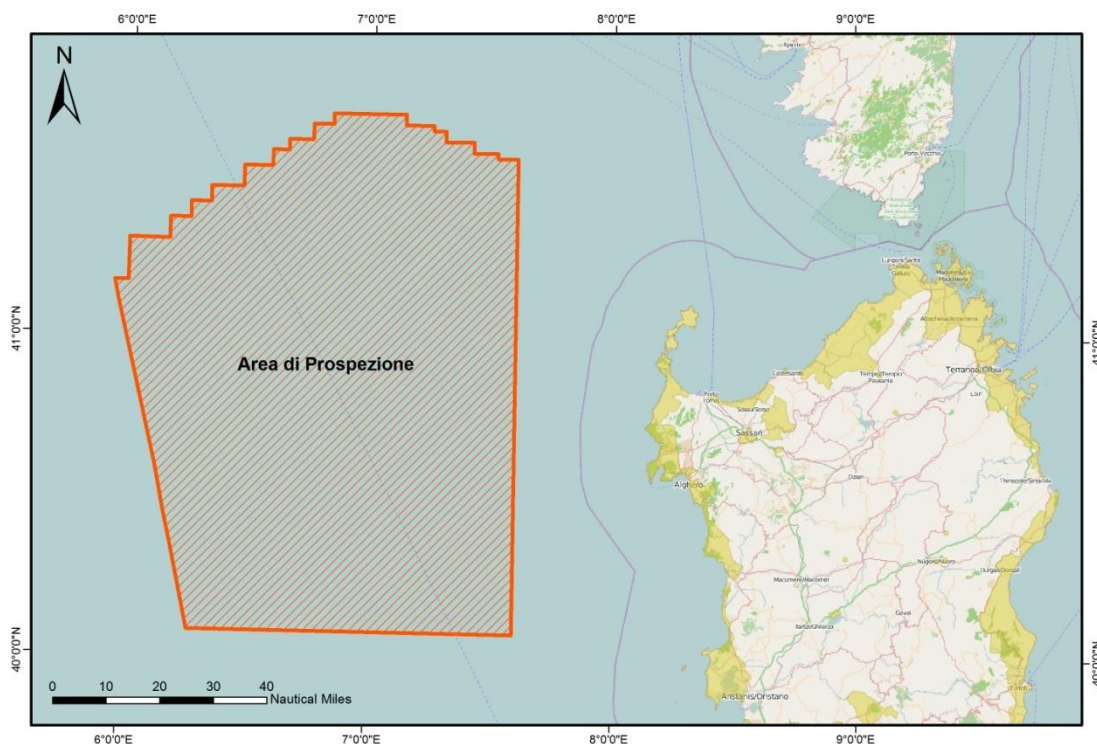


Figura 2.21 – Mappa della Sardegna settentrionale con indicazione dei siti vincolati ai sensi de D.Lgs. 42/2004, segnati in giallo e dell’area di prospezione, in arancione (fonte: database SITAP, modificato - <http://sitap.beniculturali.it/>)

Vincolo	Nome	Legge istitutiva
200138	Isole Piana e Asinara per la loro orografia e per la materia granitica di cui sono composte la configurazione rocciosa scolpita dal vento e la flora mediterranea altrove scomparsa	L1497/39 A1 P3/4
200150	Territori di Porto Ferro Argentiera e Stintino per il caratteristico valore estetico dei quadri naturali	L1497/39
200174	Zona litoranea nel comune di Sassari che costituisce un bastione formato da rocce scure frastagliate e strapiombanti sul mare v. codvin 200150 np i centri abitati aree di espansione ed edificabili	L431/85 A1/TER
200173	Area compresa tra Punta Giglio Capo Caccia e Torre de Bantine Sale caratterizzata da una varietà di strapiombi rocciosi v.codvin 200122 np centri abitati arre di espansione edificabili e militari	L431/85 A1/TER
200121	Zona di litorale a sud di Alghero per le scogliere le pendici spontanee erbose e per il fondale	L1497/39
200122	Zona panoramica nel comune di Alghero per i quadri naturali mutevoli costituiti dalla lunga spiaggia dalla area alberata viene esclusa dal vincolo la zona del porto di Alghero mod. dal c.200168	L1497/39
200123	Fascia litoranea nel comune di Alghero in quanto la spiaggia presenta cospicui caratteri di bellezza naturale	L1497/39 A2
200124	Zona dei bastioni in quanto costituisce nel suo insieme un caratteristico complesso dal valore estetico e tradizionale	L1497/39
200161	Fascia costiera formata da scoscendimenti sul mare aspri o agevoli modellati dal vento e dal mare modificato dal 200168	L1497/39
200168	Zona nei comuni di Bosa Nu e Villanova Monteleoni ss v codvin 200161. 200079	L431/85 A1/TER

	np le eventuali aree edificabili	
200078	Parte orientale del comune di Bosa a destra e sinistra del fiume Temo per la orografia e le suggestive vedute si devono escludere dal vincolo lo impianto portuale e la area del porto	L1497/39
200079	Parte orientale del territorio di Bosa a destra e sinistra del Fiume Temo si caratterizza per la tormentata orografia per il susseguirsi di quadri naturali modificato dal 200168 e modifica 200078	L1497/39
200117	Zona litoranea del comune di Tresnuraghes dalla costa molto alta e selvaggia caratterizzata da strapiombi alti alla cui base si incontrano spiaggette strette e ciottolose	L1497/39 A1 P3/4
200104	Zona litoranea caratterizzata da una serie di dirupi falesie e scogli habitat di alcune specie di uccelli nella parte occ. del complesso vulcanico di Monti Ferru nei com. di Cuglieri e Tresnuraghes	L1497/39 A1/2
200106	Zona litoranea del comune di Narbolia caratterizzata dalla immensa pineta di Isarenas piantumata per imbrigliare le dune la cui vegetazione spontanea si avvia ad un lento processo di evoluzione	L1497/39 A1 P3/4
200112	Zona litoranea del comune di San Vero Milis che presenta un sistema di stagni di grande importanza la vecchia laguna Sa Salina Manna dominata dalla mole della antica torre a nord la pineta Is Arenas	L1497/39 A1 P3/4
200162	Area nei comuni di Cabras Riola Sardo e Nurachi le zone escluse dal decreto centri abitati aree edificabili ed aree militari non sono perimetrate v.codvin 200101.200110.200107	L431/85 A1 TER
200101	Tutto il territorio comunale di Cabras con la Isola di Mal di Ventre e lo Scoglio Catalano interessante per le zone desertiche e gli antichi borghi di S. Salvatore e S. Giovanni di Sinis. v.200102/103	L1497/39 A1 P3/4
200102	Zona litoranea a nord della penisola di Sinis che offre un quadro naturale tipicamente mediterraneo con spiagge e dune coperte di vegetazione spontanea promontori rocciosi Cabras	L1497/39
200103	Penisola di San Giovanni in Sinis comprendente spiagge con arenili e scogliere nel comune di Cabras	L1497/39

Tabella 2.1 – aree sottoposte a vincoli paesaggistici ai sensi del D.Lgs. 42/2004, elencate in ordine da nord a sud, nel tratto compreso tra L'Asinara e Capo San Marco (fonte dei dati: fonte: database SITAP, <http://sitap.beniculturali.it/>)

2.5 Zonazione sismica

I criteri di classificazione sismica del territorio nazionale sono stati modificati ed aggiornati nel 2003, sulla base di studi e le elaborazioni recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia 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.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale. L'adozione della classificazione sismica del territorio infatti è stata delegata dallo Stato alle Regioni, con Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia" (www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp).

Le zone di pericolosità sismica in cui è attualmente suddiviso il territorio italiano sono dunque 4:

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

Il coefficiente “ a_g ”, ovvero accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, 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). Convenzionalmente, è 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.

La Sardegna, territorio a rischio sismico “non classificato” prima del 2003, ora fa parte della Zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. La normativa regionale di classificazione sismica di riferimento per la Sardegna è contenuta nella delibera regionale del 30 marzo 2004, n. 15/31. Come pare evidente dalle mappe in Figura 2.23 e Figura 2.24, la Sardegna è classificata come zona a bassa pericolosità sismica.

Una ricerca dei terremoti storici eseguita in un periodo di tempo di quasi 30 anni, compreso tra il 1985 e il 2014, realizzato nel database ISIDE (Italian Seismological Instrumental and Parametric Database) dell'INGV (<http://iside.rm.ingv.it>) mostra la presenza nell'area di studio di una bassissima frequenza di eventi, caratterizzati inoltre da magnitudo piuttosto bassa (Figura 2.22).

All'interno dell'area di prospezione è presente un solo evento storico relativo al periodo dal 1985 al 2014. Si tratta di un evento poco profondo (<10 km) del 05/03/1993 di magnitudo 3.9. Gli altri eventi storici localizzati a meno di 20 miglia nautiche dall'area di prospezione sono soltanto 4. Si tratta di eventi superficiali e di bassa magnitudo. Il più intenso (M 2.8) si è verificato nel 2009, il secondo più intenso (M 2.6) nel 2007, mentre gli altri risalgono entrambi al 2005 e non hanno magnitudo apprezzabile. Eventi più profondi (20-60 km) e più recenti (biennio 2011-2013) si localizzano nell'*offshore* della Corsica a circa 27 miglia nautiche a nord-est dal blocco oggetto di istanza; la magnitudo che caratterizza questi eventi è lievemente maggiore rispetto agli eventi superficiali precedentemente descritti, e risulta compresa tra 3.9 e 2.2, fatta eccezione per un evento del luglio 2011 che ha raggiunto magnitudo 4.7 (comunque di media entità).

Dall'analisi delle mappe di pericolosità sismica e del database storico degli eventi messo a disposizione dall'INGV è possibile confermare la bassa pericolosità sismica del territorio sardo e del suo *offshore*, ed il blocco oggetto di istanza di prospezione non costituisce affatto un'eccezione.

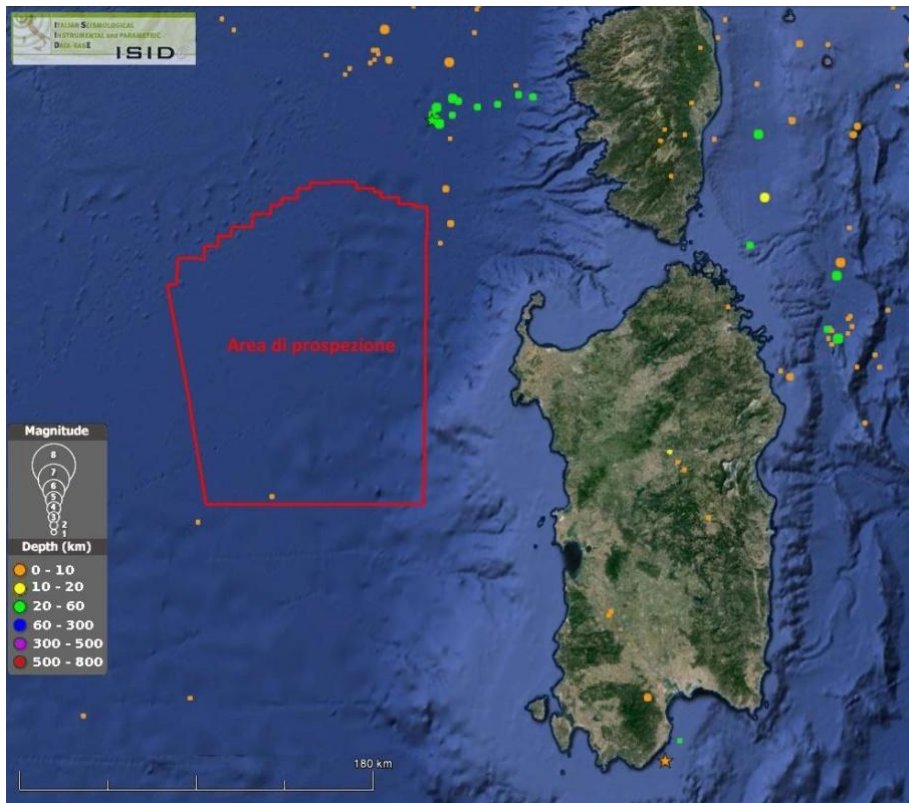


Figura 2.22 – Mappa con indicazione degli eventi sismici dal 1985 al 2004 (fonte dei dati: <http://iside.rm.ingv.it/iside/>; mappa da GoogleEarth modificata)

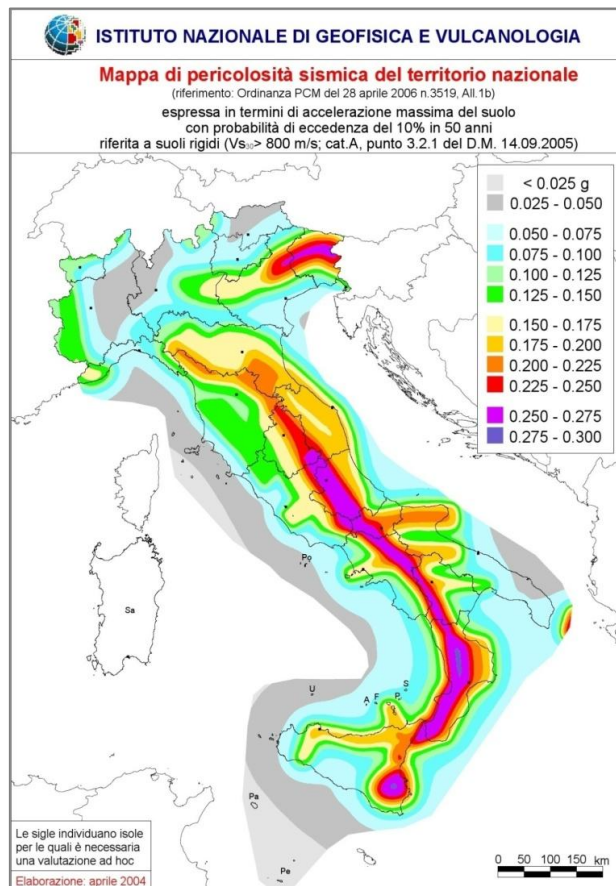


Figura 2.23 – Mappa della pericolosità sismica nel territorio italiano (fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>)

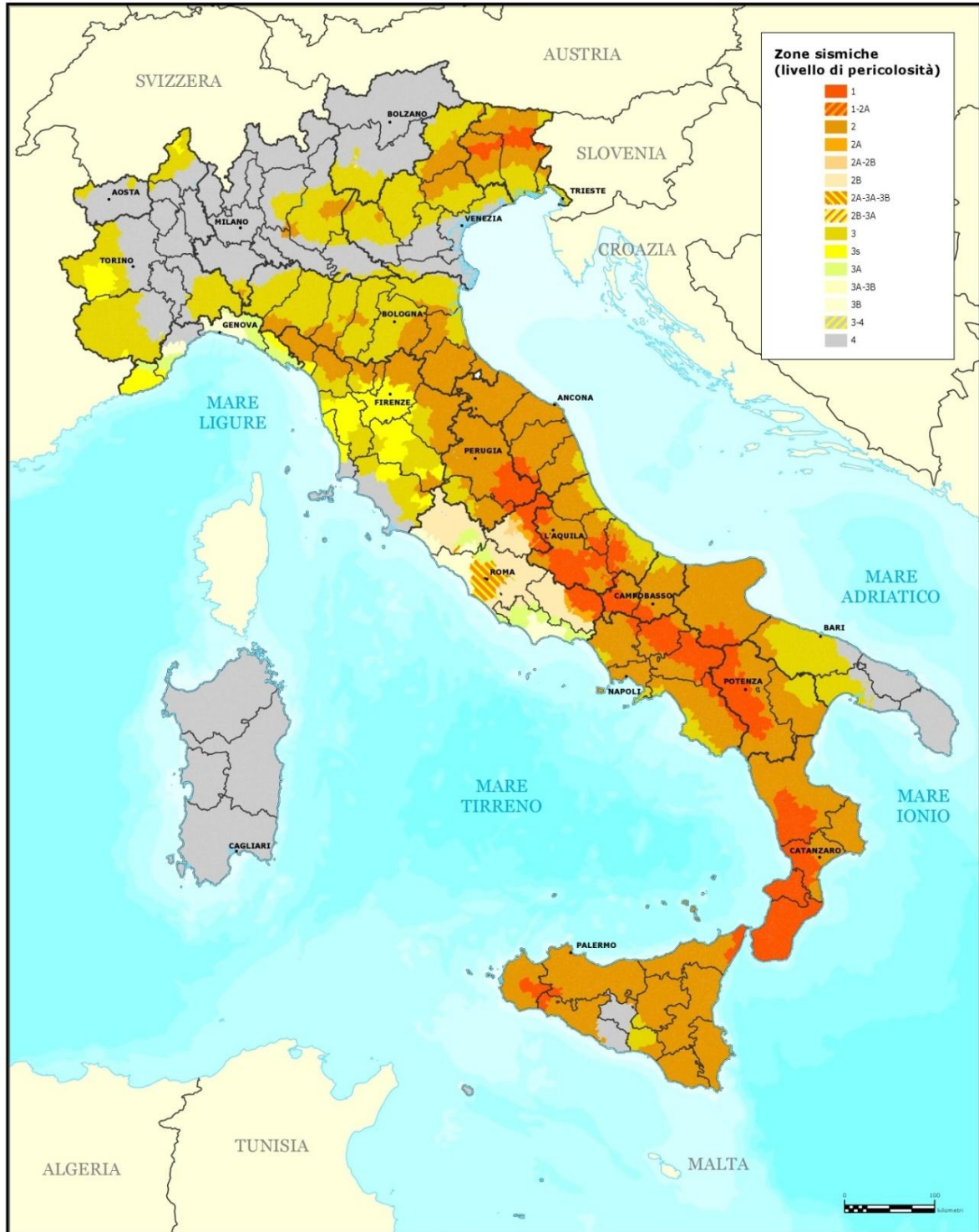


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
Ufficio rischio sismico e vulcanico

Classificazione sismica al 2012

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 31 marzo 2010. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 6/5/2010, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 24/10/08, n. 1308. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 19/01/10, n. 13058-790. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/10/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/9/12, n. 1111. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.



FB 2012

Figura 2.24 – Classificazione sismica del territorio italiano aggiornata al 2012 (fonte: www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/A3_class2012_03prov_.pdf)

3 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

3.1 Inquadramento geografico del progetto

3.1.1 Generalità dell'intervento

L'intervento in oggetto prevede un'indagine geofisica 2D regionale che mira a comprendere l'estensione e la natura delle strutture geologiche presenti nella zona del Mar di Sardegna. 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 prevede due campagne di acquisizione geofisica in zone limitrofe del Mediterraneo Occidentale, una in acque spagnole ed una in quelle italiane (Figura 3.1).

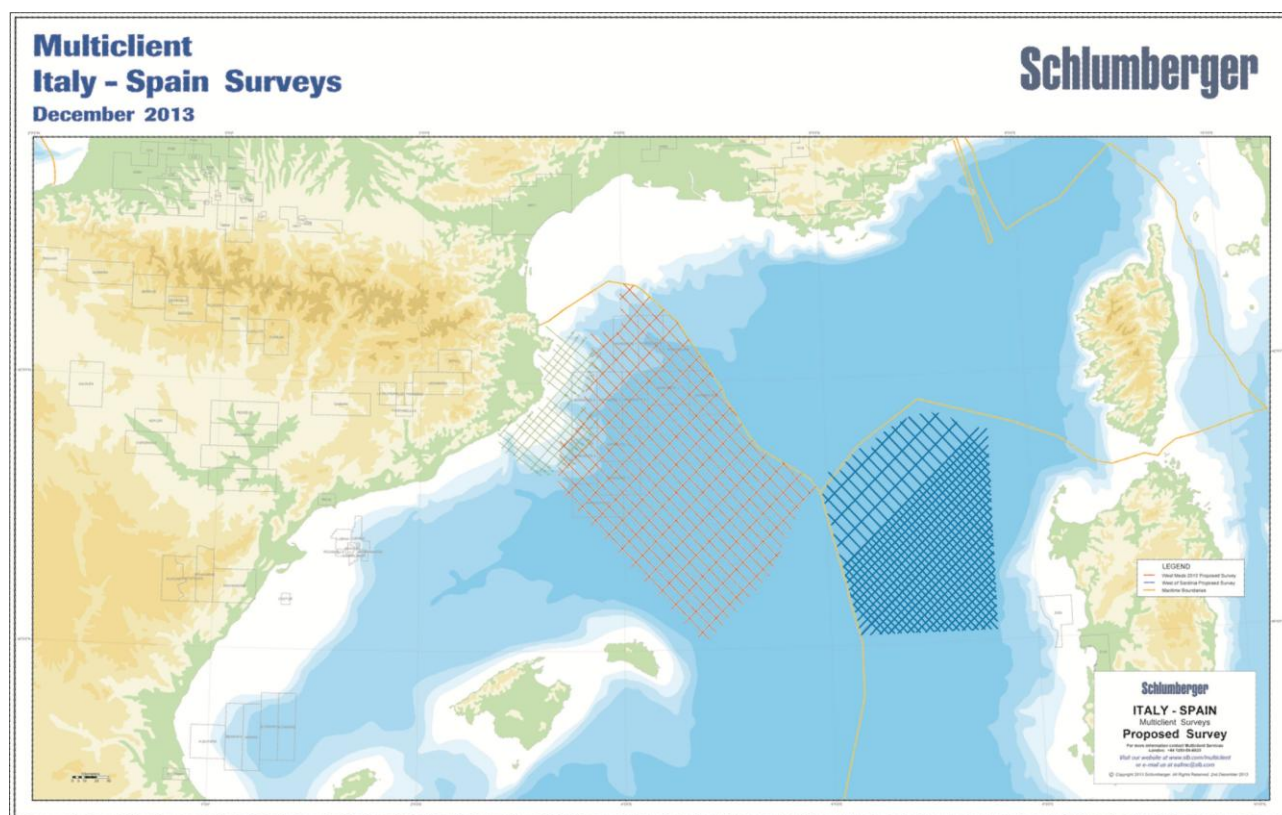


Figura 3.1 – Ubicazione dei rilievi sismici che Schlumberger ha in progetto di eseguire nell'area del Mediterraneo Occidentale (fonte: Schlumberger)

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.

In via preferenziale viene proposta l'acquisizione tramite una nave di Western Geco o la nave SeaBird in caso in cui la tempistica per l'ottenimento del titolo minerario permettesse l'inizio dell'attività in tempo utile per poter approfittare dell'attività geofisica che Schlumberger svolgerà prossimamente nelle acque spagnole.

Per entrambe le soluzioni è previsto l'utilizzo dell'air-gun come sorgente di energia, 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 costo-benefici migliore rispetto ad altre tecnologie.

3.1.2 Ubicazione dell'area

L'area oggetto dell'istanza di permesso di prospezione è localizzata nel Mar di Sardegna, all'interno della zona marina "E", e ricopre una superficie di 20922 km².

Il lato più vicino alla costa è quello occidentale, che dista oltre 24 miglia nautiche dalle coste sarde (24.3 da Capo dell'Argentiera) e circa 33 miglia nautiche da Alghero (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Coordinate dei vertici dell'area in istanza di permesso di prospezione, indicata dalla linea gialla.

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

Tabella 3.1 – Coordinate dei vertici della Zona Marina "E" (Datum – Monte Mario) indicati in Figura 3.2.

Vertice	Longitudine	Latitudine	Vertice	Longitudine	Latitudine
a	5°56',6	41°09'	v	7°08'	41°42'
b	6°00'	41°09'	z	7°08'	41°40'
c	6°00'	41°18'	a'	7°15'	41°40'
d	6°10'	41°18'	b'	7°15'	41°39'
e	6°10'	41°22'	c'	7°18'	41°39'
f	6°15'	41°22'	d'	7°18'	41°37'
g	6°15'	41°25'	e'	7°25'	41°37'
h	6°20'	41°25'	f'	7°25'	41°35'
i	6°20'	41°28'	g'	7°31'	41°35'
l	6°28'	41°28'	h'	7°31'	41°34'
m	6°28'	41°32'	i'	7°36'	41°34'
n	6°35'	41°32'	l'	7°36'	40°05'
o	6°35'	41°35'	m'	6°16,68'	40°05'
p	6°39'	41°35'	n'	6°11,9'	40°21,5'
q	6°39'	41°37'	o'	6°10,1'	40°27,3'
r	6°45'	41°37'	p'	6°08,9'	40°31,7'
s	6°45'	41°40'	q'	6°07,8'	40°35,7'
t	6°50'	41°40'	r'	5°57,6'	41°06,5'
u	6°50'	41°42'			

3.2 Programma lavori del permesso di prospezione

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 2D nell'area dell'istanza di permesso di prospezione denominata "d 1 E.P.-SC".

Per quanto riguarda il rilievo in istanza, Schlumberger prevede di acquisire un totale di circa 7308 chilometri di linee sismiche all'interno della recente apertura di una nuova area della zona marina "E", la quale ricopre una superficie di 20922 km².

In Figura 3.3 è possibile osservare l'ubicazione del reticolo di acquisizione, ma che potrebbe subire alcuni aggiustamenti e migliorie in corso d'opera, al fine di ottimizzare la qualità del rilievo.



Figura 3.3 – Ubicazione delle linee sismiche, indicate in rosso, all'interno del perimetro dell'istanza del permesso di prospezione.

La lunghezza delle linee sismiche del grigliato proposto varia da un minimo di 17 chilometri ad un massimo di 180. In Tabella 3.2 potete trovare le specifiche lunghezze di ogni linea sismica.

Tabella 3.2 – Lunghezza delle linee di acquisizione sismica in progetto.

Linea	Lunghezza (km)	Linea	Lunghezza (km)	Linea	Lunghezza (km)	Linea	Lunghezza (km)
Linea 1	17,71	Linea 18	108,10	Linea 35	161,72	Linea 52	119,82
Linea 2	42,55	Linea 19	112,83	Linea 36	100,16	Linea 54	179,05
Linea 3	28,27	Linea 20	63,76	Linea 37	163,39	Linea 56	112,56
Linea 4	27,55	Linea 21	123,55	Linea 38	162,81	Linea 58	164,78
Linea 5	39,67	Linea 22	119,42	Linea 39	165,15	Linea 60	105,33
Linea 6	66,55	Linea 23	133,68	Linea 40	109,17	Linea 62	155,49
Linea 7	50,10	Linea 24	73,13	Linea 41	167,21	Linea 64	98,02
Linea 8	37,49	Linea 25	144,37	Linea 42	171,69	Linea 66	133,42

Linea 9	60,56	Linea 26	130,15	Linea 43	167,91	Linea 68	90,83
Linea 10	82,55	Linea 27	154,94	Linea 44	118,03	Linea 70	110,65
Linea 11	70,40	Linea 28	82,04	Linea 45	160,07	Linea 72	83,35
Linea 12	45,94	Linea 29	156,77	Linea 46	180,71	Linea 74	88,03
Linea 13	81,10	Linea 30	140,05	Linea 47	141,60	Linea 76	76,20
Linea 14	97,18	Linea 31	158,82	Linea 48	127,05	Linea 78	65,95
Linea 15	91,67	Linea 32	91,04	Linea 49	126,69	Linea 80	52,03
Linea 16	54,85	Linea 33	159,96	Linea 50	179,35	Linea 82	44,56
Linea 17	102,32	Linea 34	146,53	Linea 51	95,26	Linea 84	34,00

Assieme alla fase di acquisizione di dati di sottosuolo che verrà attuata attraverso l'impiego di metodi geofisici, il progetto prevede altre attività di elaborazione dei dati acquisiti che verranno svolte interamente presso vari centri di calcolo. Queste fasi ulteriori non prevedono la valutazione degli impatti ambientali in quanto non saranno attività da svolgere sul terreno (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 – Fasi previste nel progetto di Schlumberger.

n°	Fasi del progetto	Stato
1	Elaborazione dei dati geofisici preesistenti	<i>eseguita</i>
2	Pianificazione progettuale per la nuova campagna geofisica	<i>eseguita</i>
3	Esecuzione della campagna geofisica dei dati sismici	<i>oggetto della presente procedura di VIA</i>
4	Elaborazione dei nuovi dati registrati	<i>da eseguire</i>
5	Interpretazione integrata con i dati geofisici, geologici e di sottosuolo	<i>da eseguire</i>

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 in tutto il mondo. Questo tipo di indagine è attualmente la migliore tecnologia a disposizione perché più affidabile e in grado di determinare con grande dettaglio l'andamento strutturale e stratigrafico di un'intera serie sedimentaria. Le prospezioni marine sono effettuate da navi di indagine geofisica 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 3.4).

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 geofisica marina 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-esponde, creando un'onda sismica ad ogni oscillazione.

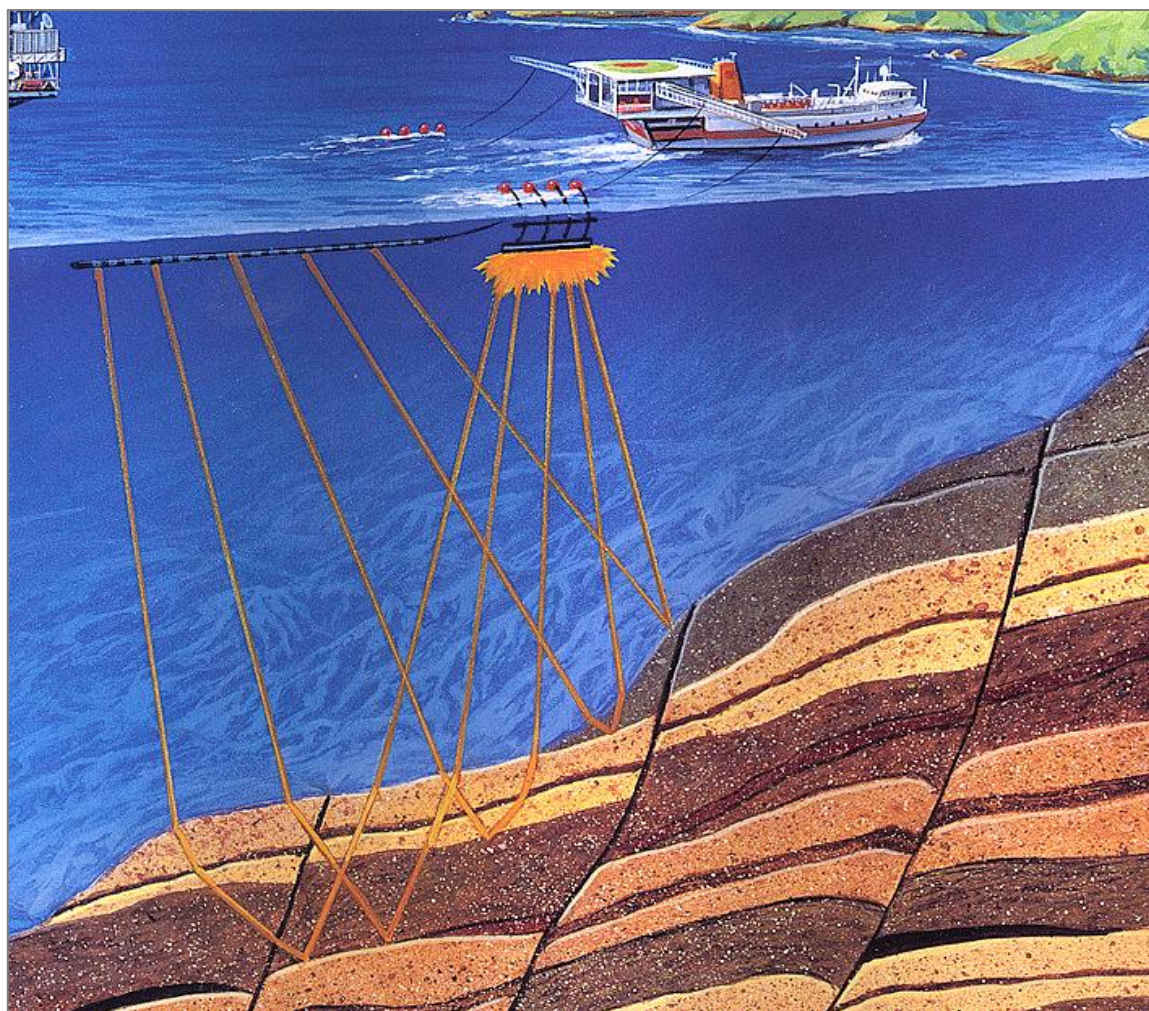


Figura 3.4 – Esempio di stendimento e linea di acquisizione geofisica in mare (fonte: www.aapg.org).

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 dalla nave geofisica 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 3.5).

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.

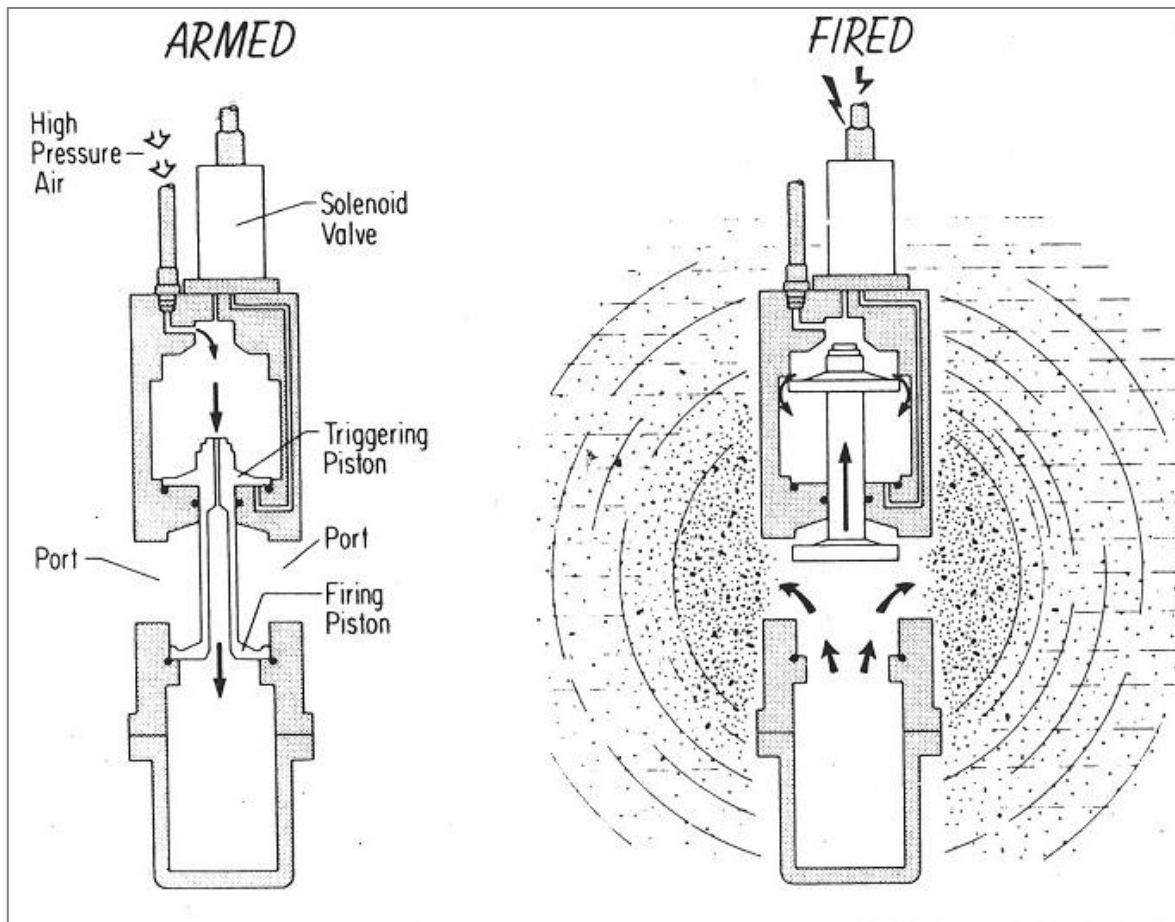


Figura 3.5 - Schema di funzionamento di un *air-gun*, diviso nelle fasi di carica "Armed", scoppio "Fired" e rilascio "Implosion" (fonte: www.usgs.gov)

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 larga 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. 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.

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, vicinanza a centri abitati, etc.

Il risultato finale sarà un elaborato grafico denominato "sezione sismica" (Figura 3.6), nella quale viene evidenziato l'andamento delle superfici di riflessione provenienti dal sottosuolo (che costituiranno un insieme di riflettori sismici) che segneranno la presenza delle varie discontinuità incontrate (strati, contatti litologici, contatti tettonici).

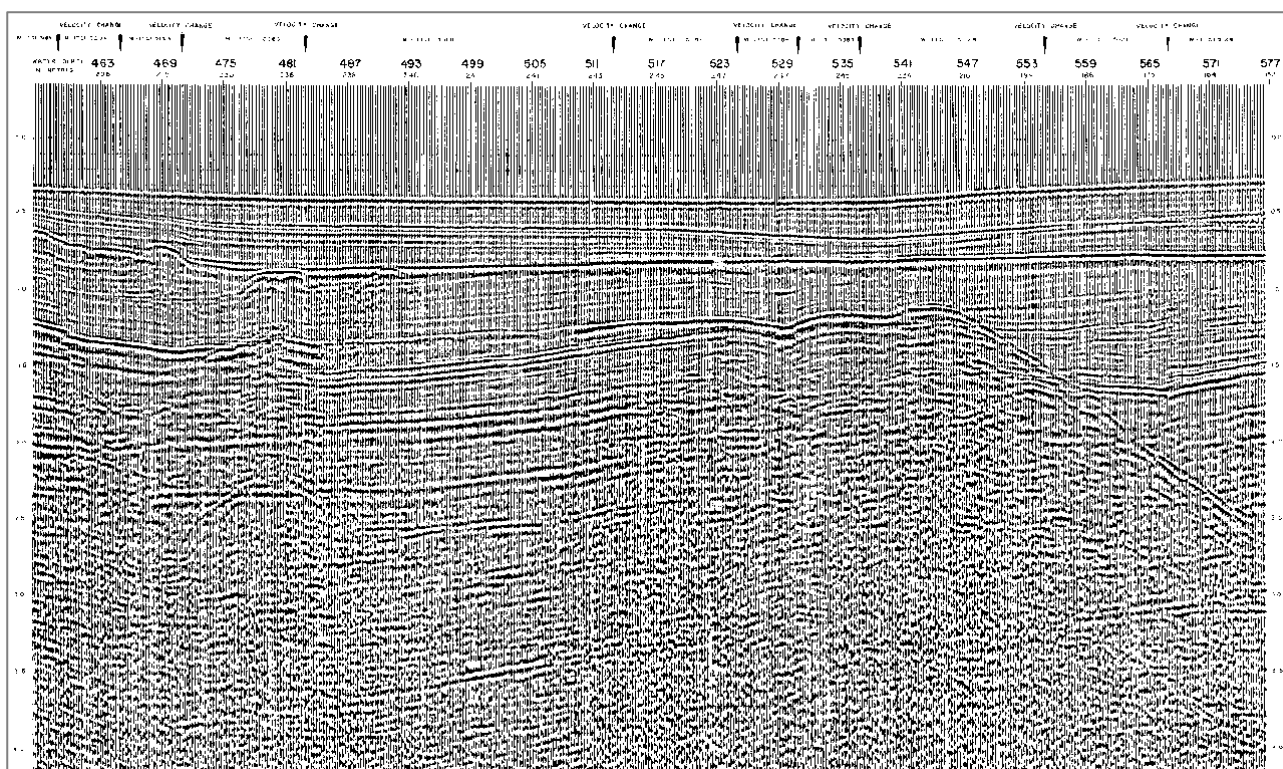


Figura 3.6 – Esempio di sezione sismica non interpretata (Progetto ViDEPI – www.nmig.sviluppoeconomico.gov.it).

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.

La lista dei parametri di acquisizione da definire comprende:

- lunghezza della registrazione = tempo di ascolto del sismografo, sufficiente ad esaurire la ricezione di ogni informazione di interesse;
- 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;
- distanza fra sorgente e geofono più lontano = determina la profondità esplorata per la quale è ancora possibile una buona analisi delle velocità;
- 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;
- 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;
- filtri analogici = la miglior scelta dei filtri consente l'eliminazione dei rumori e il miglior sfruttamento della dinamica del sismografo. In particolare questo vale per la scelta del filtro passa alto.

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

3.4 Programma di acquisizione geofisica offshore

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

In via preferenziale viene proposta l'acquisizione tramite una nave di Western Geco, una compagnia controllata da Schlumberger dal 2001.

Nel caso in cui la tempistica necessaria per l'ottenimento del titolo minerario permettesse l'inizio dell'attività in tempo utile per poter approfittare dell'attività geofisica che Schlumberger svolgerà prossimamente nelle acque spagnole, limitrofe all'area in istanza, si valuterà la possibilità di impiegare gli stessi mezzi anche per la presente indagine, ossia una nave sismica di SeaBird.

Nei prossimi paragrafi verranno dettagliatamente descritte le specifiche tecniche per entrambe le acquisizioni.

3.4.1 Acquisizione con Western Geco

Western Geco è leader nel settore delle tecniche e tecnologie di acquisizione geofisica 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.

3.4.1.1 Metodi e mezzi impiegati

Per svolgere l'attività di rilievo all'interno dell'area in istanza verrà utilizzata la nave di acquisizione geofisica "Western Patriot" dotata di una sorgente *array* di *air-gun* (Figura 3.7), di cui vengono fornite le informazioni principali nella Tabella 3.4.



Figura 3.7 – Fotografia della nave Western Patriot, che si prevede di utilizzare durante l'esecuzione del rilievo geofisico (fonte: WesternGeco)

Tabella 3.4 – Specifiche tecniche della nave che verrà utilizzata per l'acquisizione geofisica in progetto (fonte: WesternGeco).

Dati generali	
Stazza lorda (t)	3586
Stazza netta (t)	1076
Lunghezza (m)	78
Pescaggio (m)	7,60
Elicottero	Super Puma (rotore singolo)
Capacità e consumi	
Capacità dei serbatoi d'acqua potabile	225 m ³
Capacità massima dei serbatoi di carburante	1320 m ³
Tipo di alimentazione	Gasolio marino (MGO)
Velocità massima in acque calme	13.8 nodi

Durata della riserva di carburante (durante l'acquisizione)	25 giorni
Equipaggiamento di sicurezza certificato	56 persone
Equipaggiamento internazionale di prevenzione contaminazione da idrocarburi (IOPP)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti oleosi	GOLAR (TEAMTEC) OGS 200
Separatore acqua/olio	MARINFLOC PRE-T500 + HELISEP M 1000
Capacità serbatoi acque nere/oleose	17 m ³
Assorbimento fuoriuscite d'olio/ controllo danni	OIL SPILL KIT
Impianto di depurazione	AquaMar, Bio-Unit MSP II

Tale nave si avvale della tecnologia *Q-Marine Solid ObliQ* che permette di ottenere un'analisi spettrale di migliore definizione.

La tecnica *ObliQ* ottimizza la larghezza di banda del segnale sismico registrata combinando l'acquisizione *slant-streamer* con una metodologia *deghost*, brevettata ed esclusiva di Schlumberger, e una sorgente sismica a banda larga di nuova concezione, che migliora l'immagine di restituzione di strutture complesse profonde e superficiali (Figura 3.8).

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 "sterzo streamer" *Q-Fin*, e gli idrofoni sono progettati per funzionare senza distorsioni a varie profondità.

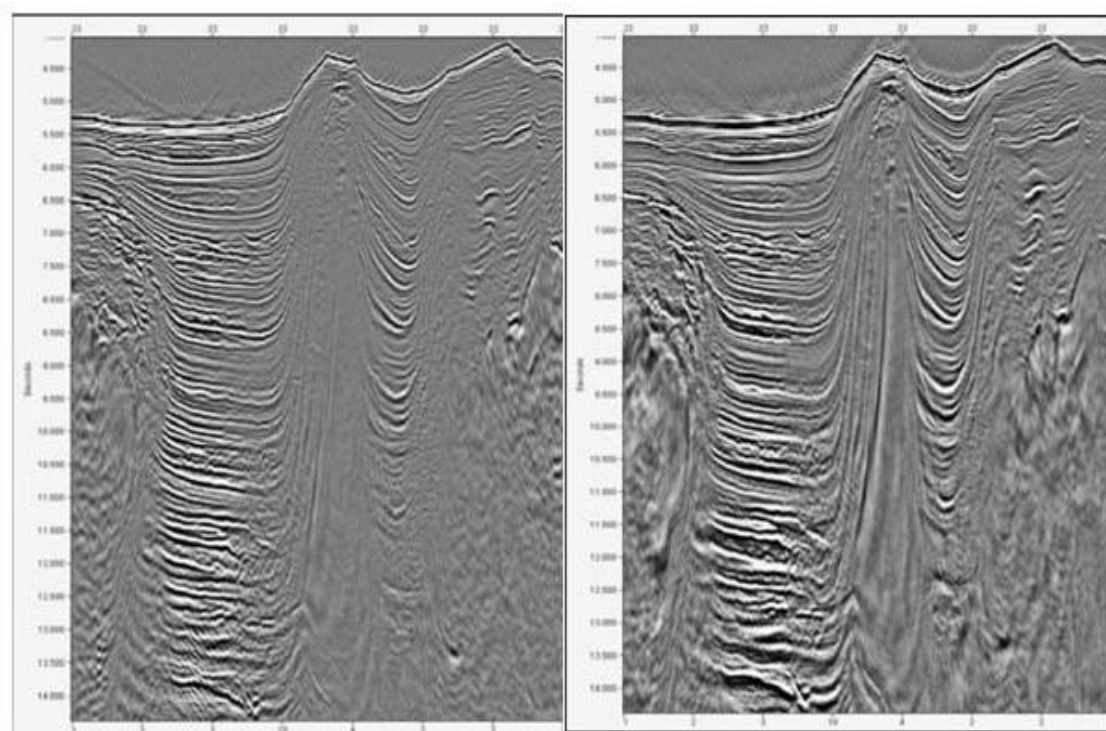


Figura 3.8 – Sezioni sismiche che dimostrano i benefici della tecnica *ObliQ*. La sezione di sinistra è stato acquisito con un metodo tradizionale mentre la sezione di destra è stato acquisita con *ObliQ*.

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 utilizzato con la sorgente sismica marina Delta a banda larga, la diversità dei *notch* sul lato sorgente viene migliorata perché gli *air-guns* 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*.

3.4.1.2 Parametri di acquisizione

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.

Tabella 3.5 – Parametri previsti per l'acquisizione delle linee sismiche (fonte: Western Geco).

Parametri del cavo <i>streamer</i>	
Tipo di cavo <i>streamer</i>	Q-Marine Solid ObliQ / Slant cable
Intervallo tra idrofoni (m)	3,125
Lunghezza <i>Streamer</i> (m)	10300
Profondità <i>Streamer</i> (m)	8-35
Near trace offset (m)	119
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)	1,5-18
Filtro passa alto (Hz – db/Oct)	80% Nyquist (200-477)
Parametri della sorgente	
Tipo di sorgente	Air-gun
Volume alla sorgente di Array (In3)	5085
Numero di subarray	3
Numero di <i>air-guns</i> per subarray	8
Lunghezza subarray (m)	15
Intervallo degli ShotPoint (m)	25
Profondità dei 3 subarray sorgente (m)	6-9-6
Pressione operativa (psi)	2000

La Figura 3.9 mostra la configurazione dell'*array* proposto 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.

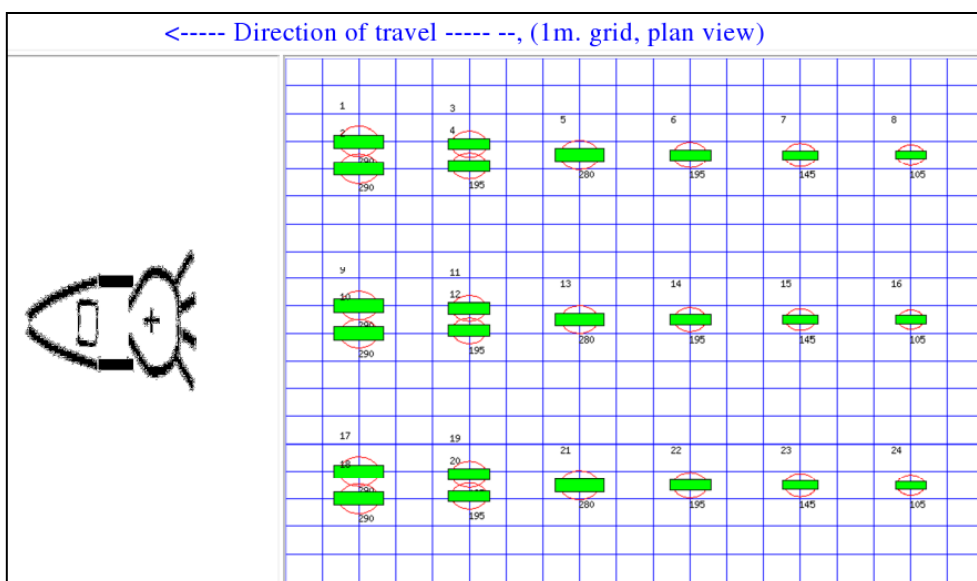


Figura 3.9 – Rappresentazione grafica della configurazione dell'array (in pianta) proposto per l'indagine geofisica in progetto. I rettangoli verdi rappresentano gli air-gun, mentre i cerchi rossi indicano il raggio massimo raggiunto dalle bolle di aria compressa (fonte: WesternGeco)

Per la modellizzazione dei responsi degli array di air-gun è stato impiegato il modello matematico *Gundalf* (www.gundalf.com), largamente utilizzato negli studi di settore.

La Tabella 3.6 elenca 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).

Tabella 3.6 – 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 (elaborazione del modello matematico *Gundalf*).

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	4.5
2	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.00000	1	4.6
3	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-6.400	6.000	0.00000	1	3.8
4	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-5.600	6.000	0.00000	1	3.9
5	2000.0	280.0	1500LL	6.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.8
6	2000.0	195.0	1500LL	9.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.1
7	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.6
8	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.4
9	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-0.500	9.000	0.00200	2	4.7
10	2000.0	290.0	1500LL	0.000	0.500	9.000	0.00200	2	4.7
11	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-0.400	9.000	0.00200	2	4.3
12	2000.0	195.0	1500LL	3.000	0.400	9.000	0.00200	2	4.3
13	2000.0	280.0	1500LL	6.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.2
14	2000.0	195.0	1500LL	9.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.6
15	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.3
16	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	0.000	9.000	0.00200	2	3.4
17	2000.0	290.0	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.00000	3	4.6
18	2000.0	290.0	1500LL	0.000	6.500	6.000	0.00000	3	4.6

19	2000.0	195.0	1500LL	3.000	5.600	6.000	0.00000	3	3.9
20	2000.0	195.0	1500LL	3.000	6.400	6.000	0.00000	3	3.8
21	2000.0	280.0	1500LL	6.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.8
22	2000.0	195.0	1500LL	9.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.1
23	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.6
24	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.4

3.4.1.3 Rischi e potenziali incidenti

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 3.7.

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.

Tabella 3.7 – Tabella riassuntiva dei rischi ambientali con relative misure da adottare (fonte: Schlumberger).

Attività a rischio	Conseguenze	Controlli del rischio
1 - Non conformità		
Con le politiche QHSE e standard ambientali.	Requisiti e regolamenti derivano dalla necessità per i governi di controllare l'impatto negativo delle attività sull'ambiente.	Regolare auto-valutazioni e valutazioni di conformità da parte del HSE.
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.	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.	È necessario avere processi e procedure di conformità efficaci all'interno di un sistema di gestione efficace.
2 - Fuoriuscite e altre attività ambientali		
Trattamento, stoccaggio,	La perdita di controllo può portare a rilasci	Monitorare gli incidenti e

<p>trasporto, uso dei combustibili, prodotti chimici speciali o materiali pericolosi.</p>	<p>accidentali, intenzionali o non rilevati come le fuoriuscite, scarichi in acque o nel suolo, emissioni (gas e particolato) in aria.</p>	<p>prevenire il ripetersi con i controlli tecnici e di processo (<i>Remedial Work Plans</i> – Piani di ripristino).</p>
<p>Operazioni di campagna e di pozzo connesse alla gestione del progetto</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>Contenimento secondario. Pianificazione secondo SPC (<i>Spill Prevention and Control</i> - Prevenzione e il controllo delle fuoriuscite)</p>
<p>3 – Gestioni rifiuti - Generazione, trattamento, trasporto e smaltimento</p>		
<p>Rifiuti e sostanze pericolose derivanti dall'uso di prodotti petroliferi raffinati, quali oli motore, oli idraulici, lubrificanti, grassi, e solventi idrocarburi. Smaltimento in discarica o impianti di trattamento, o tramite incenerimento. Consegna per il riciclaggio, riutilizzo o bonifica impianti. 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. 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. Utilizzare prodotti eco-compatibili. Diminuire rifiuti attraverso organi di controlli. Implementare riutilizzo e programmi di riciclo.</p>
<p>4 - Scarichi di acque reflue</p>		
<p>L'uso di acqua comunale, l'acqua da corpi idrici superficiali o sotterranee. Scarichi controllati e/o incontrollati di acque non trattate con impianti di depurazione.</p>	<p>Deplezione di acqua potabile; impatti locali delle acque; alcuni composti possono essere letali per la vita fisica e avere anche effetti futuri. Gli scarichi superiori ai limiti consentiti possono comportare sanzioni e multe, effetti sulla fauna selvatica e sull'uomo. Tali effetti comporterebbero la chiusura delle operazioni con l'intervento dalle autorità locali.</p>	<p>Diminuire inquinanti scaricati con attento uso dei processi di gestione intensificando i controlli e il monitoraggio.</p>
<p>5 - Emissioni in atmosfera</p>		
<p>L'uso di combustibili fossili (idrocarburi) per il trasporto. L'uso di gas naturale per produrre energia o trasporti.</p>	<p>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. 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.</p>	<p>Aumentare l'efficienza con controlli tecnici in modo da ridurre il consumo di carburante, al fine di diminuire il tasso di emissioni. 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.</p>

3.4.2 Acquisizione con SeaBird

SeaBird Exploration PLC è un fornitore globale che opera nell'industria petrolifera, specializzata in prospezioni sismiche marine di alta qualità, sia in acque basse che profonde.

Il principale successo per l'azienda risiede nella sua costante attenzione per la salute, la sicurezza, l'ambiente e la qualità, per fornire un'efficace raccolta di dati sismici di alta qualità.

Il metodo di acquisizione *Broadband* è in grado di fornire una migliore qualità di immagine in settori in cui è necessario l'utilizzo di frequenze più basse. SeaBird utilizza il *software* di ottimizzazione e pianificazione dell'acquisizione *SurvOpt*[®], a bordo e in ufficio. Ciò consente di fornire assistenza durante le fasi di pianificazione ed esecuzione dell'indagine, ottimizzando così i tempi di indagine e minimizzando le perturbazioni all'ambiente.

3.4.2.1 *Metodi e mezzi impiegati*

La nave proposta per il rilievo, denominata "Northern Explorer" (Figura 3.10), è lunga 76 metri e larga 14 metri e può ospitare un totale di 36 persone, tra ufficiali, equipaggio, tecnici e personale di supporto. La nave ha la capacità di carburante, acqua e forniture per operare per 45 giorni senza la necessità di rifornimenti.

Durante l'acquisizione geofisica la velocità dell'imbarcazione varierà tra 3,5 nodi e 5,8 nodi. L'indagine 2D prevede l'utilizzo di un singolo cavo *streamer* in cui sono posizionati gli idrofoni, per una lunghezza totale di circa 10.050 metri, posto ad una profondità variabile tra 6 e 50 metri, a seconda degli obiettivi geofisici.

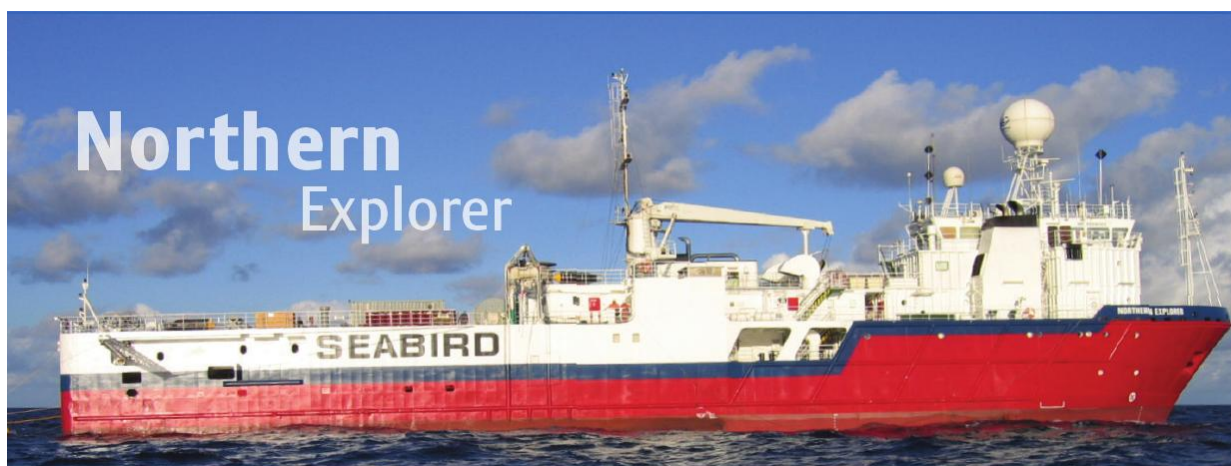


Figura 3.10 – Fotografia della nave Northern Explorer, che si prevede di utilizzare durante l'esecuzione del rilievo geofisico con SeaBird (fonte: SeaBird)

Le informazioni principali relative alla nave di acquisizione "Northern Explorer" sono riportate nella seguente tabella (Tabella 3.8):

Tabella 3.8 – Specifiche tecniche della nave che verrà utilizzata per l'acquisizione geofisica in progetto (fonte: SeaBird).

Dati generali	
Larghezza massima (m)	14
Lunghezza (m)	76
Pescaggio (m)	5,18
Capacità e consumi	
Velocità massima in acque calme	11.5 nodi
Durata della riserva di carburante (durante l'acquisizione)	45 giorni (circa 860 m ³ di carburante)
Equipaggiamento di sicurezza certificato	39 persone (compreso l'ospedale)

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

Le navi da supporto che potrebbero essere utilizzate durante l'acquisizione di SeaBird sono le navi d'appoggio "Apollo Moon" e "Apollo Sun" (Figura 3.11).



Figura 3.11 – Fotografia della nave Apollo Moon (a destra) e l' Apollo Sun (a sinistra), che si prevede verranno utilizzate a supporto della Northern Explorer durante l'esecuzione del rilievo geofisico con SeaBird (fonte SeaBird, CMS international)

Tabella 3.9 – Specifiche tecniche di Apollo Moon (fonte: SeaBird, CMS international)

Dati generali	
Larghezza massima (m)	9.8
Lunghezza (m)	36
Pescaggio (m)	4.2
Prestazioni e capacità	
Velocità massima	12 nodi
Equipaggio	16 persone (5 equipaggio 11 passeggeri)

Tabella 3.10 – Specifiche tecniche di Apollo Sun (fonte: SeaBird, CMS international)

Dati generali	
Larghezza massima (m)	8
Lunghezza (m)	25
Pescaggio (m)	4
Prestazioni e capacità	
Velocità massima	12 nodi
Equipaggio	9 persone (5 equipaggio 4 passeggeri)

Entrambe le imbarcazioni sono fornite delle più moderne tecnologie con equipaggi altamente specializzati in attività di supporto alle acquisizioni sismiche.

3.4.2.2 Parametri di acquisizione

La nave di acquisizione geofisica è predisposta per quattro *sub-array*. Ogni *sub-array* è dotato di un trasduttore di pressione per l'osservazione continua, oltre a quello montato sul collettore di distribuzione

principale a bordo della nave. Ciò permette di monitorare e registrare la pressione dell'aria in continuo lungo tutta la linea.

Per la ricezione dei dati la nave di acquisizione utilizza un cavo *Sercel ALS streamer*, il più sottile tra tutti i sistemi di acquisizioni marine attualmente disponibili, con una sezione di 50 millimetri di diametro collegato alla nave da un argano azionato idraulicamente. In ogni sezione sono disponibili due linee di trasmissione, ciò permette al sistema di controllo di reindirizzare automaticamente i dati quando si verifica un'interruzione nelle sezioni attive. Anche per la sorgente il sistema di controllo fornisce continuamente energia nel caso di problemi o interruzioni. Il sistema adottato per la registrazione è il *Sercel Seal Marine 24 bit*, in grado di registrare senza tempi morti e sempre aggiornato alla versione più recente del software.

La Tabella 3.11 riporta le specifiche tecniche ed i parametri di acquisizione previsti per il progetto.

Tabella 3.11 – Specifiche tecniche relative all'acquisizione geofisica in progetto (fonte: SeaBird).

Configurazione dell'array di air-gun	
Tecnologia impiegata	LLXT Air-Guns
N° di sub-arrays	4
Tipo di air-gun	BOLT 1900 LLXT
Volume	5000 cu.ins
Profondità della sorgente	6 m
Spaziatura tra subarrays	10 m
Intervallo di acquisizione	120 m
Pressione di esercizio	2000 psi
Specifiche del cavo streamer	
Lunghezza	1 X 10050 m
Numero di idrofoni	804
Tipo di Streamer	Sercel Seal ALS
Profondità	5-35 m
Idrofoni per gruppo	16
Gruppi per sezione	12
Lunghezza dei gruppi	11.78 m, senza sovrapposizione
Intervallo tra gruppi	12.5 m (da centro a centro)
Tipo di idrofoni	SLH-20
Sensibilità dei gruppi	17.4V/Bar @ 20'C @ 1Bar
Diametro in sezione dello streamer	50 mm
Sistema di registrazione	
Tipo del sistema di registrazione	SEAL v 5.2
Numero massimo di streamer	1
Numero Massimo di canali	804 per streamer
Intervallo di registrazione	0.25, 0.5, 1.0, 2.0 o 4.0 millisecondi
Filtro passa basso	Analogue 3Hz @ 6 dB/Oct, Selectable Digital low cut from 2.5–15Hz @ 6 dB / Oct
Filtro passa alto	Digital Linear Phase FIR Filter, 0.8FN

La disposizione spaziale dei singoli elementi che compongono l'array, secondo il modello proposto per l'indagine geofisica in progetto, è rappresentata graficamente nella Figura 3.12.

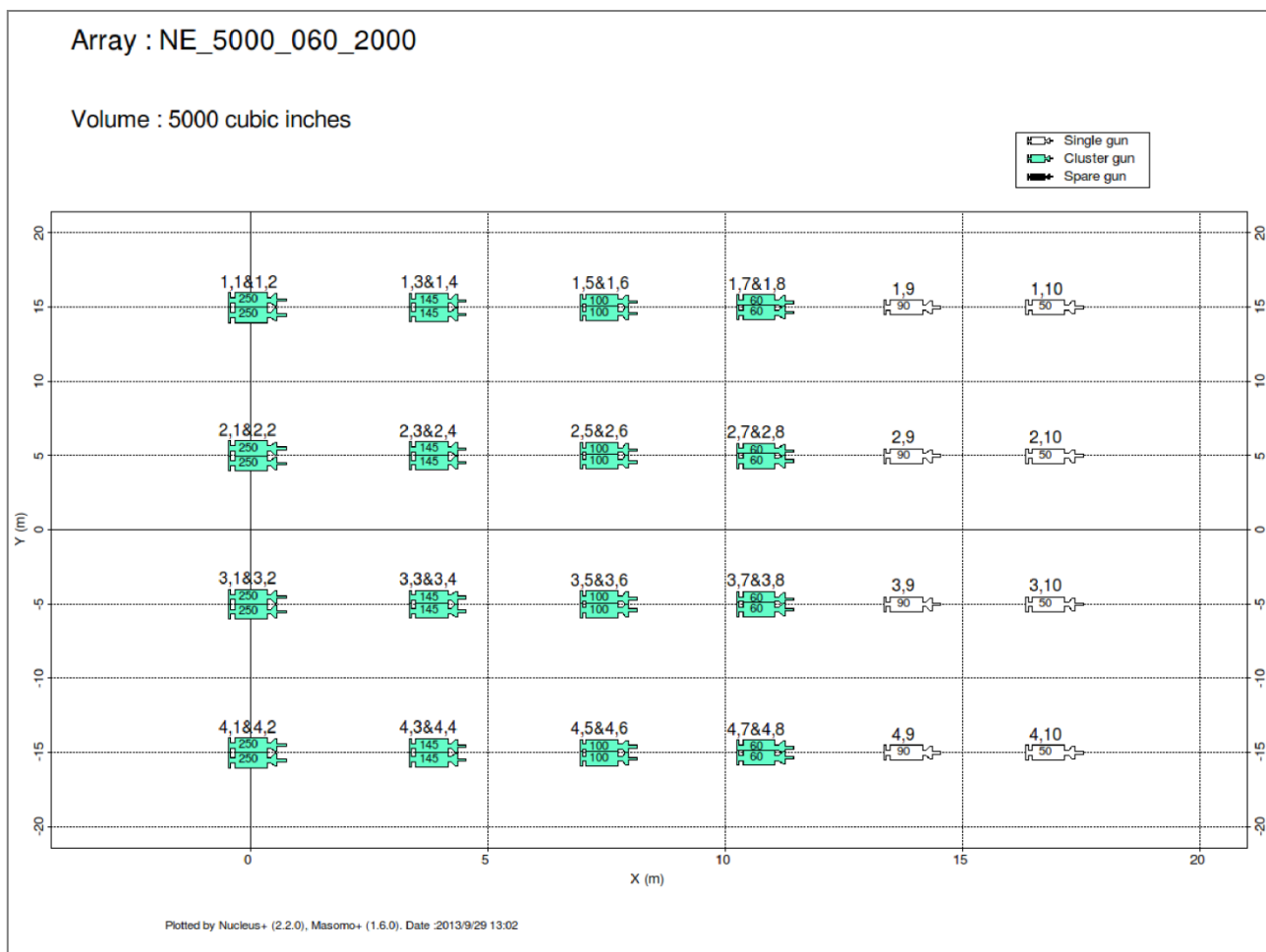


Figura 3.12 – Disposizione spaziale dei singoli elementi che compongono l’array secondo il modello proposto per l’indagine geofisica in progetto. In verde sono rappresentati i cluster (elementi sorgente che sono sufficientemente vicini tra loro da agire come sorgente unica) ed in bianco le sorgenti singole (fonte: SeaBird)

3.4.2.3 Rischi e potenziali incidenti

Per quanto riguarda la gestione della sicurezza della SeaBird, le politiche sulla sicurezza dei propri lavoratori e la sensibilità in materia ambientale sono tra le più alte nel settore.

La società detiene le certificazioni ISO 9001, ISO 14001 OHSAS 1801 e l’ISM (*International Maritime Safety Management Code*) per quanto riguarda la gestione della flotta in conformità con le varie organizzazioni marittime internazionali. La gestione della attività di SeaBird è svolta a soddisfare le norme che regolano le diverse attività nel settore facendo particolare attenzione alla gestione ambientale non solo come un dovere morale, ma anche come una buona politica aziendale. La gestione viene periodicamente certificata da organi di controllo indipendenti attraverso verifiche e ispezioni. Il rapporto che ne risulta detta le regole ed i miglioramenti da affrontare nelle diverse operazioni per ridurre al minimo i possibili impatti (Tabella 3.12 – strategie per il 2014)

Inoltre Seabird conferma che i suoi standard HSSEQ soddisfano o superano, quelli stabiliti dalla IAGC (*International Association of Geophysical Contractors*), OGP (*International Association of Oil&Gas Producers*) e (E&P Forum). Seabird è anche un membro della IAGC.

Tabella 3.12 – Procedure da adottare a seconda dei rischi per il 2014 (SeaBird).

Priorità	Tipo di rischio	Tipo di impatto	Strategie per il 2014
1	Inquinamento atmosferico	qualità dell'aria	Uso di combustibili a basso tenore di zolfo e manutenzione dei motori.
2	Fuoriuscita di olio	inquinamento del mare	Formazione del personale. Aggiornamenti delle attrezzature e manutenzione delle navi.
3	Perdita di rifiuti in mare	inquinamento del mare	Uso di inceneritore su tutte le navi. Training per quanto riguarda la convenzione MARPOL e la politica aziendale
4	Inquinamento acustico	inquinamento del mare	Aggiornamento delle apparecchiature e delle procedure. Conoscenza del territorio. Uso di apparecchiature certificate MMO/MFO e protocolli in caso di avvistamento di mammiferi marini.
5	Lavorare in aree protette mettendo a rischio la flora e la fauna	numerosi	VIA completa promuovendo il continuo dialogo tra industria Oil&Gas, i governi locali, nazionali e le ONG. Briefing a tutto l'equipaggio sulla sensibilizzazione del territorio e azioni di mitigazione in caso di segnalazione.
6	Interruzione dell'attività di pesca	Culturali ed economici	Mantenere i contatti con i pescatori locali, e briefing con le navi d'appoggio. Attuare tutte le procedure per evitare collisioni (indicatori luminosi, razzi, ecc.)
7	Interruzione per mezzo di ONG e estremisti	Reputazione	Dialogo attivo tra membri delle settore industriale e delle ONG promuovendo incontri.

3.5 Durata delle attività

La prospezione in istanza per l'esecuzione di un rilievo geofisico, che comprende un totale di circa 7308 chilometri di linee sismiche, si svolgerà in un arco temporale pari a circa 73 giorni (circa 10 settimane).

Tale tempistica comprende i tempi di fermo tecnico e una previsione di 21 giorni di fermata per condizioni meteo-marine avverse. 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.

La Figura 3.13 illustra il tracciato che seguirà la nave ed una stima dei tempi previsti per l'acquisizione, elaborati grazie all'utilizzo del *software* survOPT (www.survopt.com).

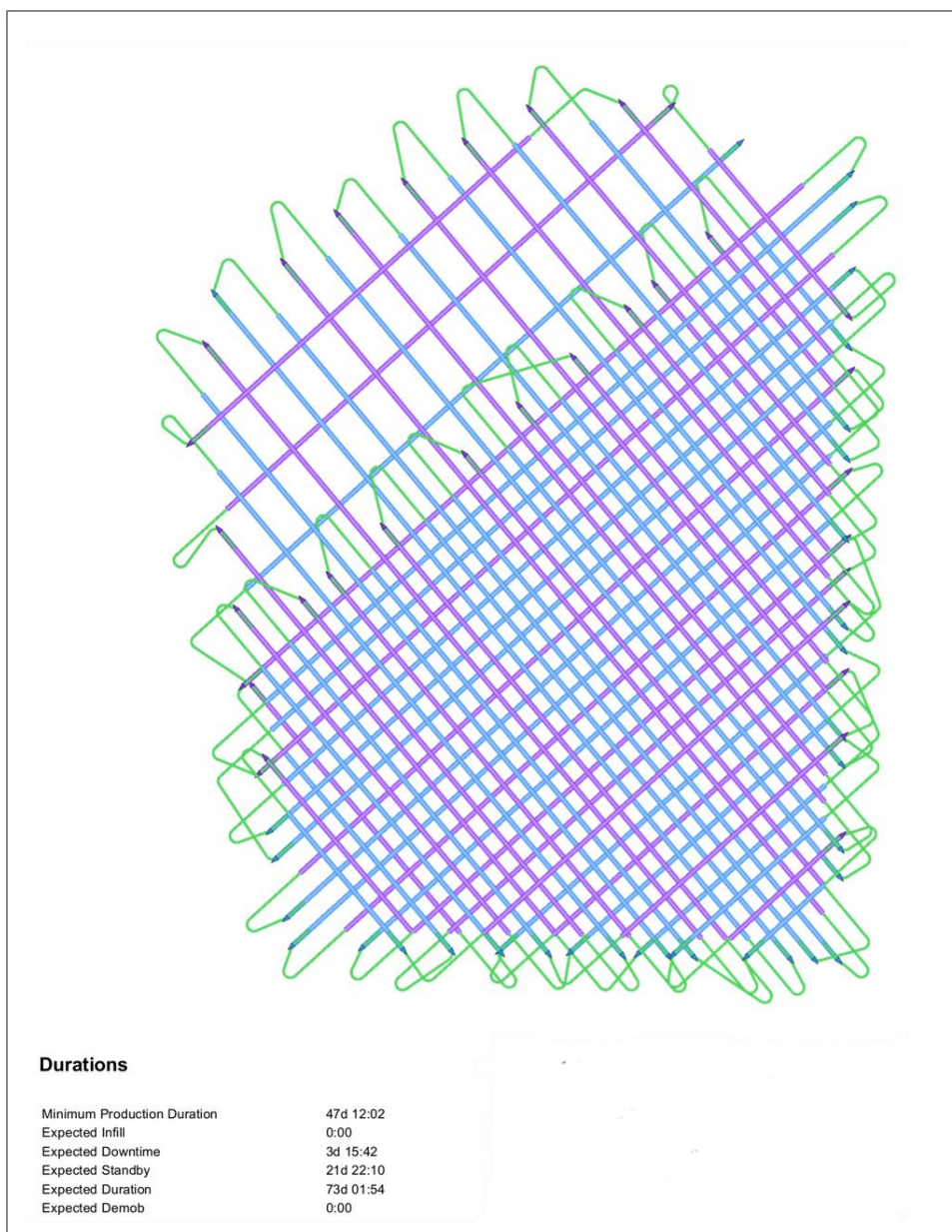


Figura 3.13 – Tracciato di acquisizione delle linee sismiche e stima dei tempi di esecuzione del rilievo in progetto, elaborati con l'utilizzo del software SurvOPT.

3.6 Eventuali opere di ripristino

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

4 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

4.1 Piano di monitoraggio ambientale

Il presente capitolo è stato elaborato sulla base delle linee guida per la disposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale, emanate dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare con la collaborazione dell’ISPRA e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall’attuazione dell’opera in progetto, identificando e delimitando per ciascuna componente/fattore ambientale le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dalla realizzazione/esercizio dell’opera.

Le attività previste nel programma lavori allegato all’istanza di permesso di prospezione in mare prevedono l’esecuzione di un rilievo geofisico di tipo 2D utilizzando una nave di acquisizione che seguirà un grigliato di linee sismiche prestabilito all’interno dell’area oggetto di studio e la successiva elaborazione dei dati ottenuti.

L’unica fase dell’attività in progetto potenzialmente impattante 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, 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.

Per l’esecuzione dell’indagine geofisica in progetto si stima una durata dei lavori di circa 73 giorni e non è prevista la realizzazione di alcuna opera permanente, né a mare né a terra. Le attività in progetto saranno, infatti, di breve durata e totalmente reversibili.

Tutta la strumentazione tecnica utilizzata verrà trainata dalla nave di acquisizione e si manterrà in sospensione ad una profondità costante in un intervallo di circa 8-35 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, per cui per il ripristino dell’area interessata dal rilievo non è prevista nessuna opera necessaria.

Il capitolo 5 del presente studio analizza e valuta gli impatti sulle componenti ambientali previsti per il tipo di attività in progetto, la cui analisi non evidenzia impatti ambientali significativi generati dall’attuazione dell’opera in progetto nel tratto di mare considerato.

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

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

Le caratteristiche ambientali *ante – operam* sono state definite sulla base di una campagna di monitoraggio effettuata da OBIS-SEAMAP, descritte nel paragrafo 4.4.3.

Durante l'esecuzione delle attività di prospezione in progetto, per tutelare la cetofauna eventualmente presente nelle vicinanze della nave di acquisizione, il monitoraggio previsto consiste nella dotazione della nave di acquisizione geofisica di un PAM (sistema di monitoraggio acustico passivo), gestito da un operatore esperto addestrato per rilevare le vocalizzazioni dei Cetacei eventualmente presenti nell'area. La tecnologia PAM è composta da idrofoni che vengono posizionati nella colonna d'acqua, grazie alla quale i suoni vengono processati utilizzando un apposito programma per l'identificazione dei vocalizzi dei cetacei. L'operatore in simultanea con l'auricolare e un'interfaccia grafica visualizza i segnali in entrata per ascoltare le vocalizzazioni. Se vengono rilevati mammiferi marini all'interno della zona di esclusione l'operatore avvisa tempestivamente l'equipaggio della nave sismica che interromperà immediatamente l'energizzazione.

Oltre al PAM, per l'avvistamento di mammiferi marini e 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.

In caso gli addetti all'avvistamento accertino la presenza di cetacei o mammiferi marini sensibili, l'attività verrà bloccata e posticipata 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 verranno riportati i seguenti dati: data e localizzazione dell'avvistamento, tipologia e metodi di utilizzo degli *air-gun* impiegati, numero e tipo di imbarcazioni impiegate, registrazione di utilizzo dell'*air-gun* (inclusi il numero di *soft start* e le osservazioni prima dell'inizio delle operazioni di rilievo), numero di mammiferi avvistati (dettagliando l'osservazione con l'utilizzo di schede standard) e note di ogni osservatore presente a bordo.

Non si ritiene significativo eseguire una campagna di monitoraggio ambientale al termine delle attività di acquisizione geofisica in quanto al termine delle attività di acquisizione geofisica 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. Le eventuali interferenze generate nel corso delle attività, descritte puntualmente nel capitolo 5 della presente relazione, saranno di lieve entità, di breve durata, mitigate e non determineranno impatti significativi né permanenti sull'ambiente marino.

4.2 Suolo e sottosuolo

L'area in istanza di permesso di prospezione si trova nel Mar Mediterraneo occidentale, nell'*offshore* a nord-ovest dell'Isola di Sardegna, all'interno della zona marina "E". Si tratta di un'ampia superficie, pari a 20922 chilometri quadrati, derivante da importanti evoluzioni geodinamiche recenti.

4.2.1 Caratteristiche geomorfologiche e batimetriche

L'area mediterranea, interessata dalla collisione tra la placca Africana a sud e quella Euroasiatica a nord, rappresenta una zona caratterizzata da una geologia molto complessa. Numerose sono le catene montuose presenti (Figura 4.1), partendo dall'estremo occidente si trovano la Cordigliera Betica e il suo prolungamento in mare fino alle Baleari, per continuare poi con le Alpi e con l'arco Carpato-Balcanico, le Dinaridi ed Ellenidi. Per quanto riguarda il settore meridionale invece, è presente il sistema montuoso dell'Atlante, che interessa le regioni settentrionali di Marocco, Algeria, Tunisia e Sicilia. Sullo stesso allineamento sono presenti gli Appennini e più a nord le Alpi meridionali. All'interno dell'area mediterranea è presente la catena montuosa dei Pirenei, messa in posto durante la collisione della placca Iberica con quella Europea.

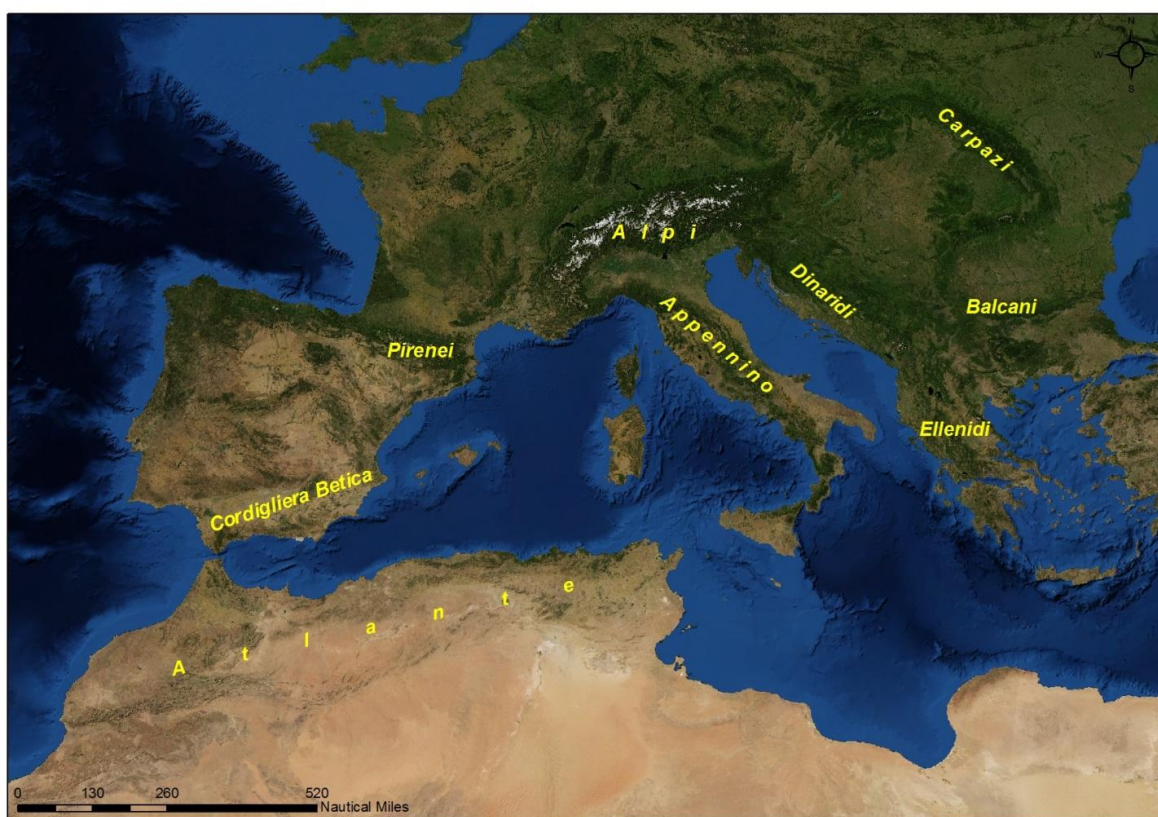


Figura 4.1 - Catene montuose presenti nell'area del Mar Mediterraneo Occidentale.

La batimetria e la morfologia del Mediterraneo rispecchiano l'assetto geologico e tettonico subito negli ultimi milioni d'anni. L'area oggetto di istanza si trova nel vasto Bacino Algero-Provenzale, compreso tra le coste occidentali delle Isole di Corsica e Sardegna, dalle meridionali della Francia, le orientali delle Isole Baleari e Spagna e da quelle settentrionali dell'Algeria. Esso costituisce un'ampia zona batiale costituita da un fondale marino alquanto piatto per raccordarsi in modo piuttosto ripido al margine della Corsica e meno acclive al margine della Sardegna. La scarpata continentale a nord del Bacino Algero-Provenzale, è invece arealmente molto estesa e poco ripida, perché interessata dai sistemi deltizi dei fiumi Ebro e Rodano.

L'area in istanza di permesso di prospezione si trova al largo del versante nord occidentale della Sardegna ed è costituita da un fondale marino che registra un andamento abbastanza regolare, stabilizzandosi sui 2800 e 3000 metri di profondità. Una batimetria minore, pari a 2100 metri è presente solo nella parte sud orientale, in quanto avvicinandoci alla zona marginale, tale area copre la transizione bacino - base della scarpata continentale Sarda (Figura 4.2).

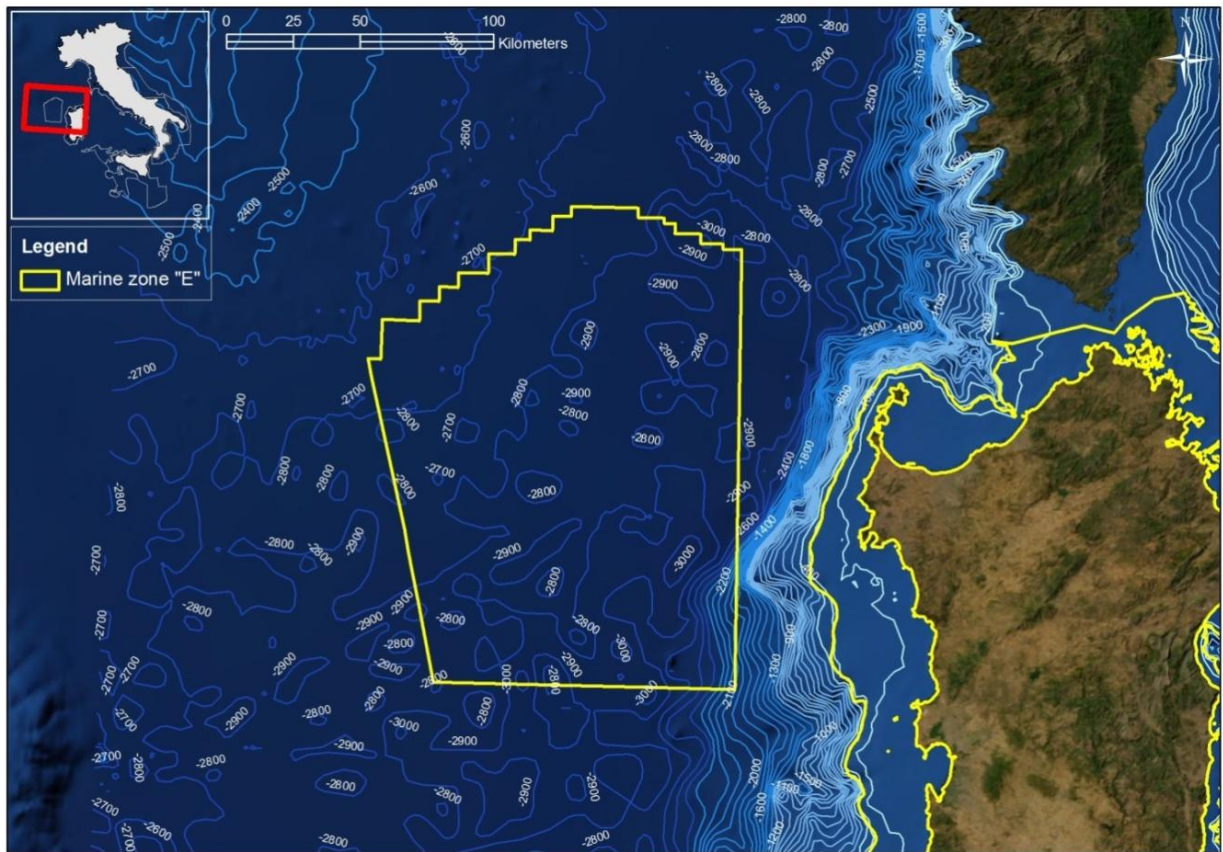


Figura 4.2 - Carta batimetrica dell'area in istanza

Nell'ambito del progetto italo-francese "ECORS-CROP" sono stati acquisiti dei profili sismici che attraversano l'area oggetto di studio (Figura 4.4 -).

Nel dettaglio, la linea sismica è stata acquisita attraversando il Golfo di Lione, il bacino Balearico-Provenzale e il margine occidentale della Sardegna. Il transetto francese ECORS, ha una lunghezza di 570 chilometri mentre quello italiano CROP MARE I di 210 chilometri. Ciò che può essere osservato dalla sezione crostale ECORS-CROP è l'assoluta assenza di una dorsale nel settore oceanico (Figura 4.3) (Fanucci F. e Morelli D., 2003)

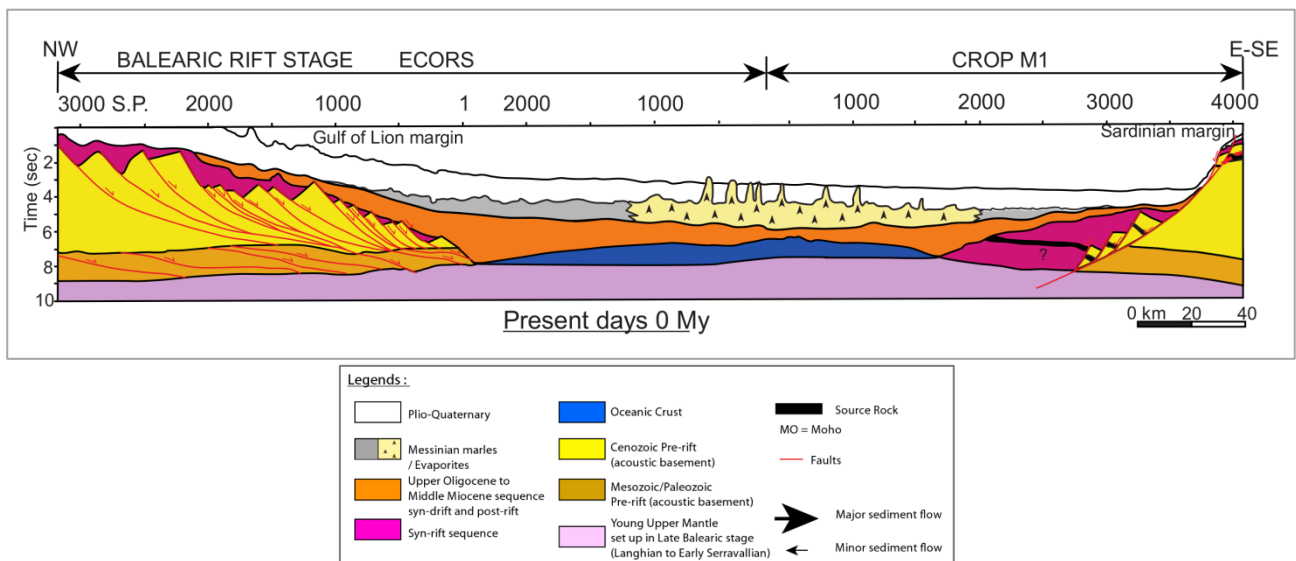


Figura 4.3 - Sezione interpretata che raffigura lo stato attuale dell'oceano Provenzale (fonte: Finetti 2005).

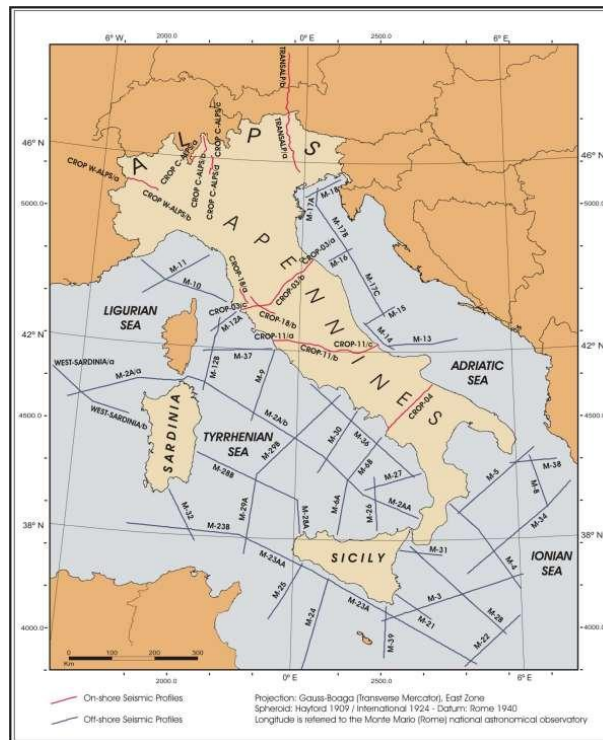


Figura 4.4 - Mappa dei profili CROP (fonte: Fanucci F. e Morelli D., 2003)

Come è evidente dal transetto ECORS 1/1 in Figura 4.5, si nota una stratificazione prevalentemente orizzontale tranne nella sua parte orientale, interessata da una risalita diapirica locale, caratterizzante l'unità deposizionale Messiniana.

L'area oggetto di studio si trova tuttavia in una realtà geologica del tutto simile, sia in termini di morfologia pressoché piatta del fondo marino che delle sottostanti unità deposizionali, come si osserva nella sezione sismica interpretata nella parte destra di Figura 4.5.

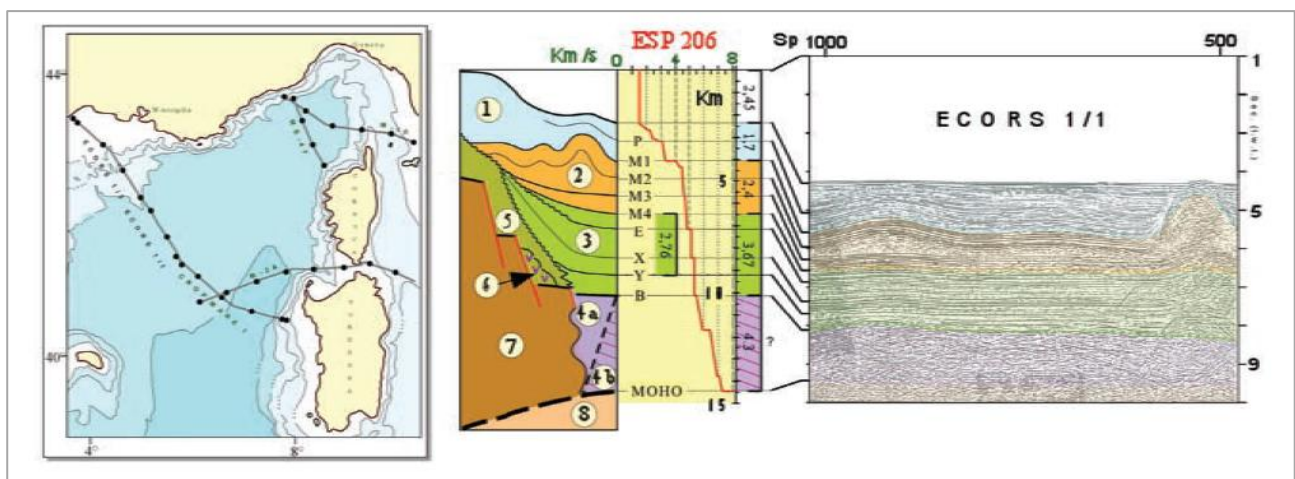


Figura 4.5 - Sezione Crostale ECORS-CROP, profilo sismico interpretato ECORS 1/1 (fonte: Fanucci F. e Morelli D., 2003)

La porzione sud orientale dell'area oggetto di indagine invece è interessata come visto in precedenza, dalla zona di transizione bacino-scarpata continentale della Sardegna. In Figura 4.6 è evidenziata la parte sommitale della scarpata, lungo il profilo sismico SW4, che illustra l'angolo poco acclive che caratterizza tale margine, in prossimità del profilo sismico acquisito.

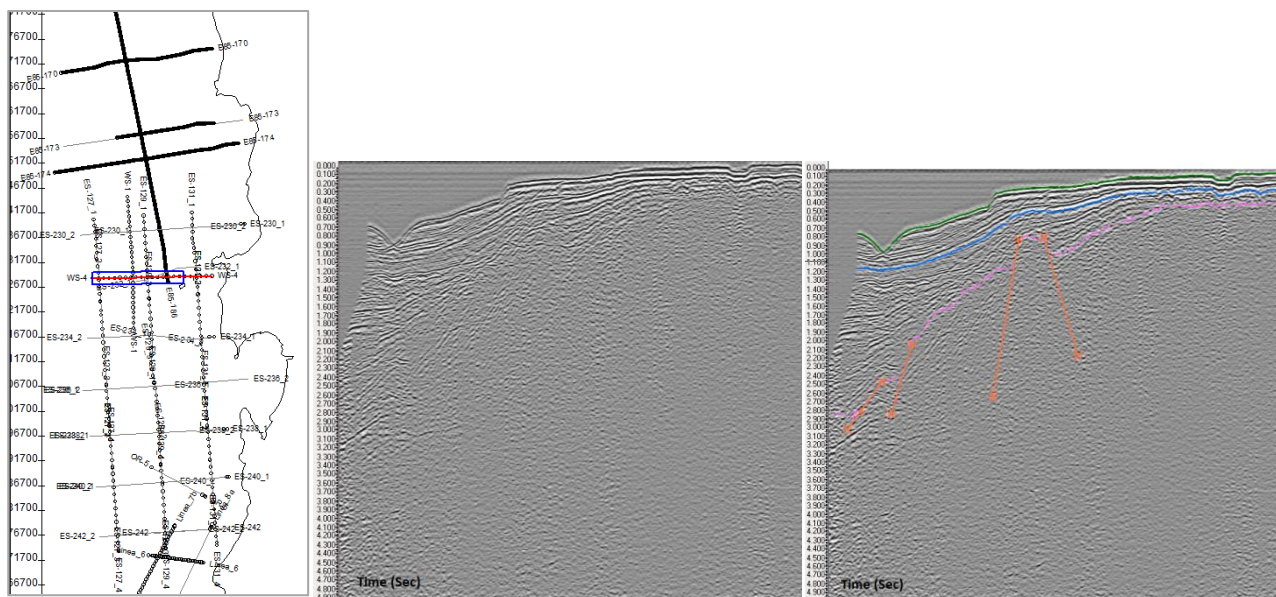


Figura 4.6 - A sinistra: localizzazione della Linea sismica WS-4, a destra: Linea sismica WS-4 acquisita ed interpretata (fonte: unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi, modificata)

4.2.2 Inquadramento geologico regionale

L'area in istanza di permesso di prospezione risiede nel Mar Mediterraneo, precisamente nel sub-bacino occidentale quindi nel bacino Ligure-Provenzale. Si tratta di un'area di 20922 chilometri quadrati del settore nord occidentale dell'Isola di Sardegna che si estende fino ai limiti marittimi internazionali delle acque francesi e spagnole.

Sotto un punto di vista geologico regionale, l'area Mediterranea si inquadra nell'evoluzione geodinamica della Tetide, l'oceano che separava la placca Europea da quella Africana. Durante il Mesozoico si svilupparono sia nella Tetide che lungo i margini passivi continentali estese piattaforme carbonatiche e successivamente si impostò un regime di tipo compressivo che interessò tutta l'area. (Carminati e Doglioni, 2004).

La posizione, la distribuzione e l'evoluzione delle diverse zone di subduzione fu dovuta alla composizione, densità e spessore della crosta continentale e oceanica ereditate dalla spaccatura Mesozoica (Figura 4.7).

Il bacino del Mediterraneo fu, e ancora oggi è, un bacino sedimentario, nonché collettore di sedimenti derivanti dall'erosione degli orogeni formati e ciò è evidente ad esempio, nei maggiori sistemi deltizi in esso presenti del Nilo e del Rodano.

Oltre ad essere un bacino sedimentario è anche un bacino evaporitico, in quanto interessato nel Messiniano da continue fasi di prosciugamento, dovute all'abbassamento relativo del livello del mare e alla chiusura dello stretto di Gibilterra, con successiva deposizione di sequenze evaporitiche.

La direzione di movimento relativo tra l'Africa e l'Europa a partire dal Neogene ad oggi è tuttora in discussione ma la maggior parte delle ricostruzioni mostrano direzioni di movimento relativo tra il nord-ovest e nord-est (Figura 4.8).

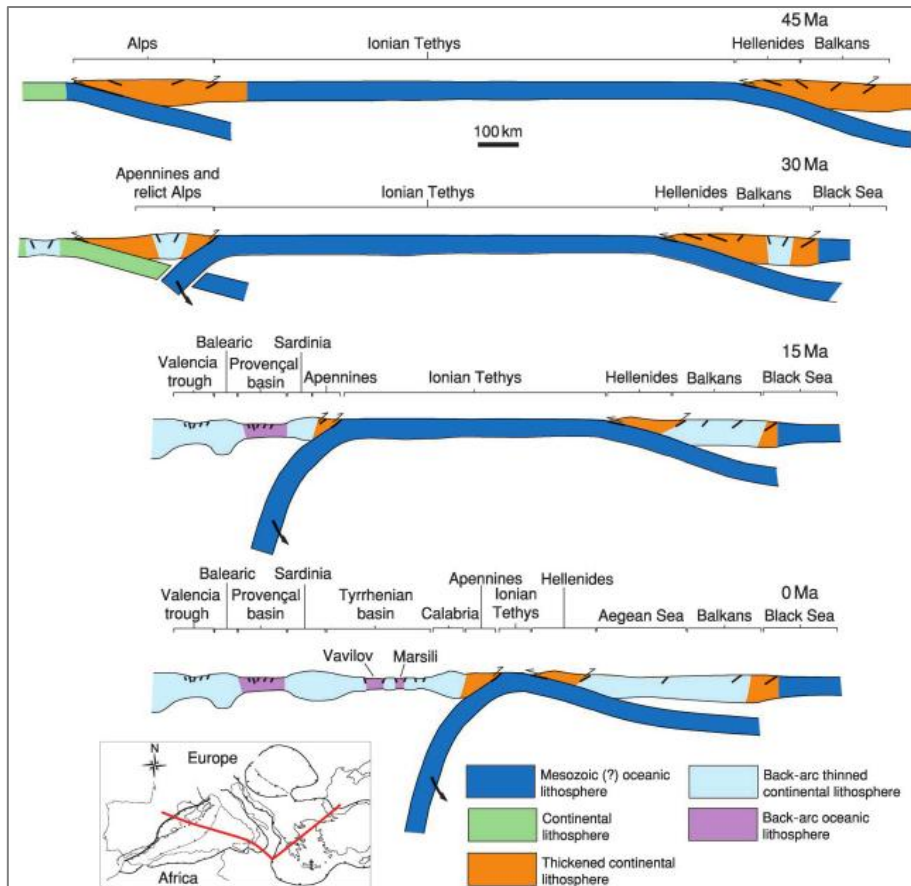


Figura 4.7 - Evoluzione delle tre principali zone di subduzione nel Mediterraneo negli ultimi 45 milioni d'anni: Subduzione alpina, subduzione l'Appenninica e subduzione Dinarica-Elleide (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)

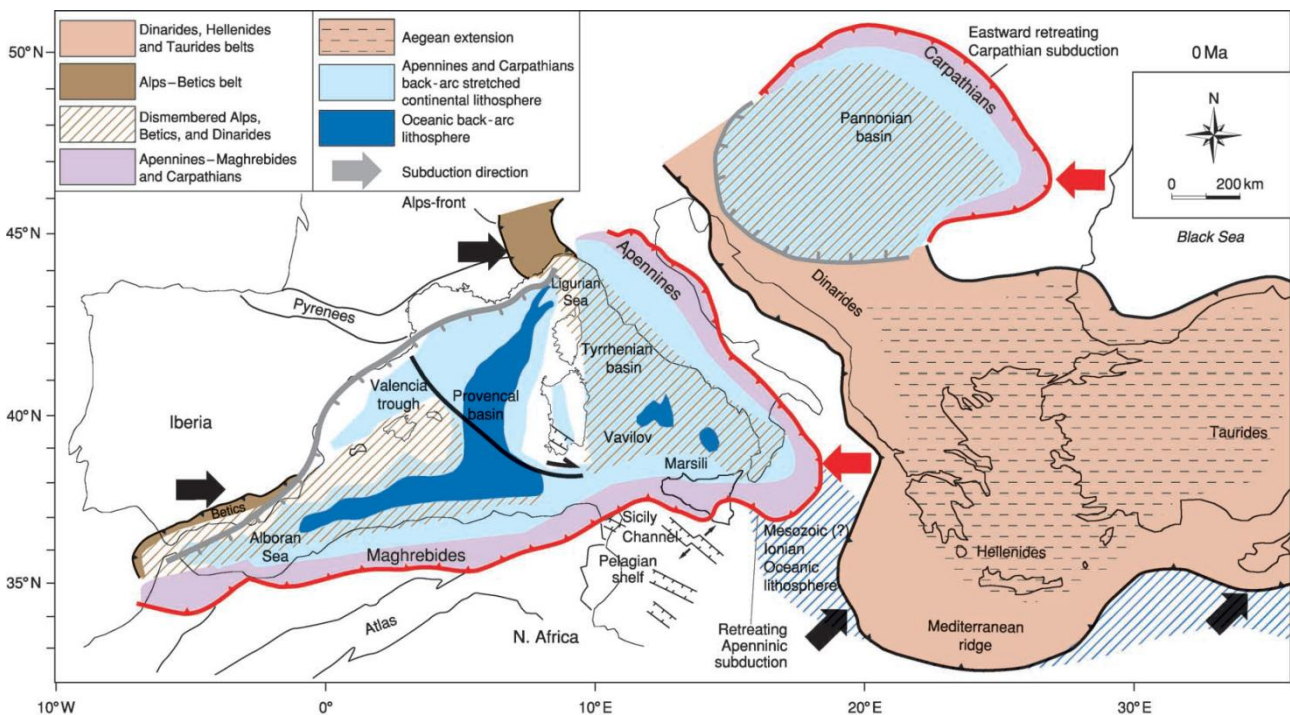


Figura 4.8 - Quadro geodinamico attuale. Si possono osservare quattro zone di subduzione: zona Appennino-Magrebide da ovest verso est; zona dei Carpazi da ovest verso est; zona Dinarica-greco-taurica direzione nord-est; zona Alpina in direzione sud-est (fonte: Carminati e Doglioni, 2004)

Questo movimento è confermato dai dati spaziali geodetici recenti, in cui l'Africa mostra una componente nord-sud di relativa convergenza in Europa di circa 5 millimetri l'anno. I moti assoluti delle placche Europa e Africa mostrano direzioni verso nord-est e non nord-ovest come di solito assunto (database NASA)(Figura 4.9).

L'area mediterranea mostra anomalie gravitative positive situate nelle aree più profonde (il bacino provenzale, mar Tirreno e Ionio), dove il mantello è stato sollevato durante le fasi estensionali, mentre anomalie negative sono presenti lungo le zone di subduzione (Carminati e Doglioni, 2004).

L'attuale campo di stress è principalmente legato alla rotazione in senso antiorario d'Italia che si sta chiudendo nel mar Adriatico, tra l'Appennino e la catena delle Dinaridi. Questa convergenza è evidente dai vettori GPS (Devoti et al., 2008) e anche dai meccanismi focali dei terremoti. I vari terremoti dell'area centro mediterranea presentano per lo più un campo di sollecitazione orientato NE-SO (Herak et al., 2005).

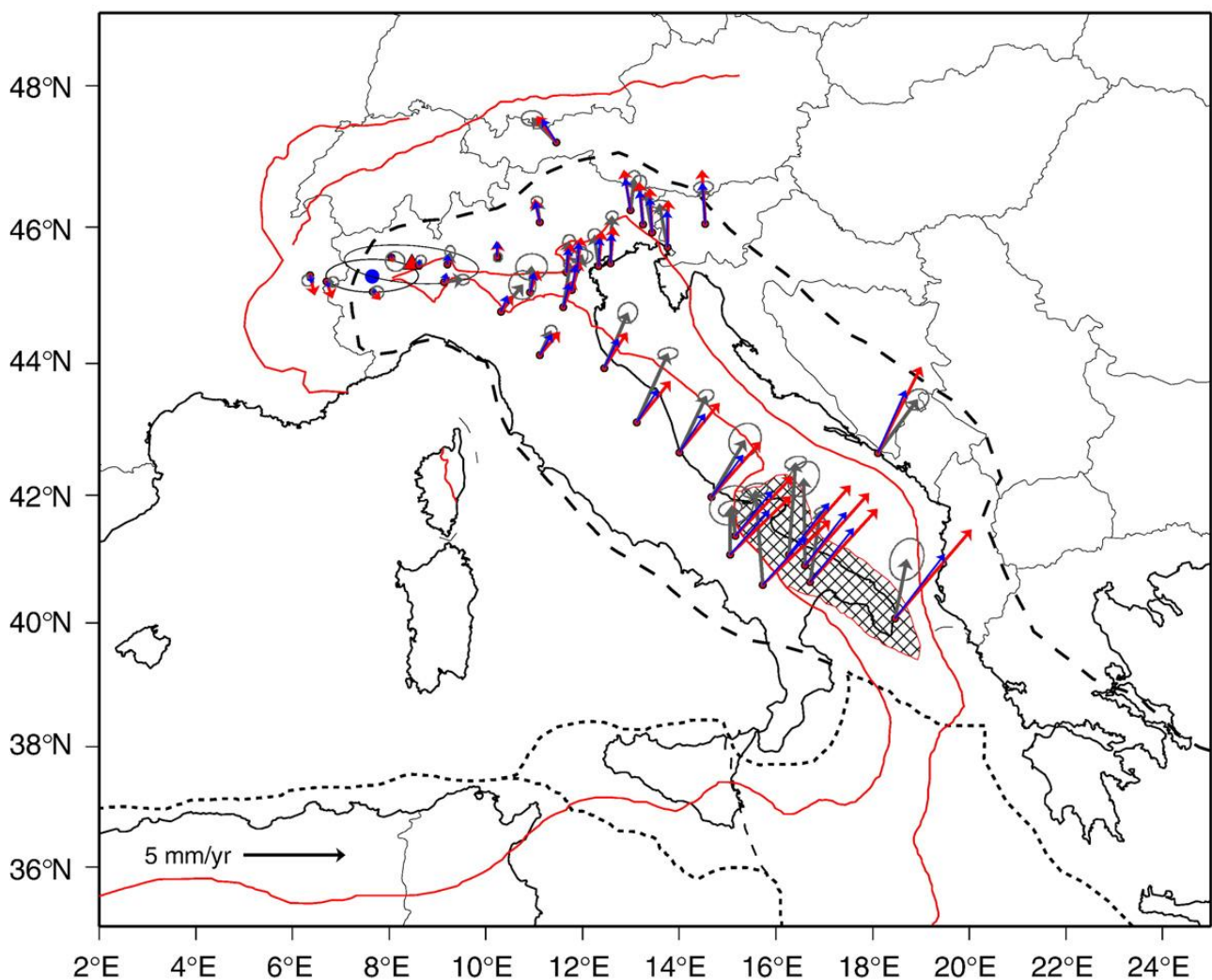


Figura 4.9 - Vettori GPS mostrano la deriva della penisola italiana verso nord-est (fonte: Devoti et al., 2008)

4.2.3 Panorama geologico locale

Il bacino Mediterraneo centro-occidentale è costituito da numerosi sub-bacini: Alboran, Valencia, Provenzale, Algerino e Tirrenico, che si sono sviluppati durante gli ultimi 30-40 milioni d'anni e risultano essere più giovani spostandosi da ovest a est. Questa area è geologicamente più recente, rispetto al bacino del Mediterraneo orientale, rappresentata invece dai relitti dell'antico oceano Mesozoico-Cenozoico della Tetide (Carminati, Lustrino e Doglioni, 2012)(Figura 4.10).

L'area oggetto di studio si trova nel bacino Ligure-Provenzale (Figura 4.11), caratterizzato da uno spessore litosferico di circa 40 chilometri e uno spessore crostale di 8-15 chilometri. Queste dimensioni si presentano anche negli altri sub-bacini del Mar Mediterraneo Occidentale, mentre al di sotto dei promontori continentali la litosfera raggiunge i 65-80 chilometri e la sovrastante crosta i 20-30 chilometri, come testimoniato dai dati sismici e gravimetrici.

Il sub-bacino in questione presenta ad oggi una struttura ereditata dall'evoluzione di una coppia di margini passivi, formati dalla rottura e successiva rotazione del blocco Corso-Sardo rispetto la placca Euro-asiatica alla fine dell'Eocene (Priaboniano 33,7 milioni d'anni), in un contesto di più ampia scala come la collisione fra Africa ed Europa, visto nel capitolo precedente (Olivet et al., 1996).

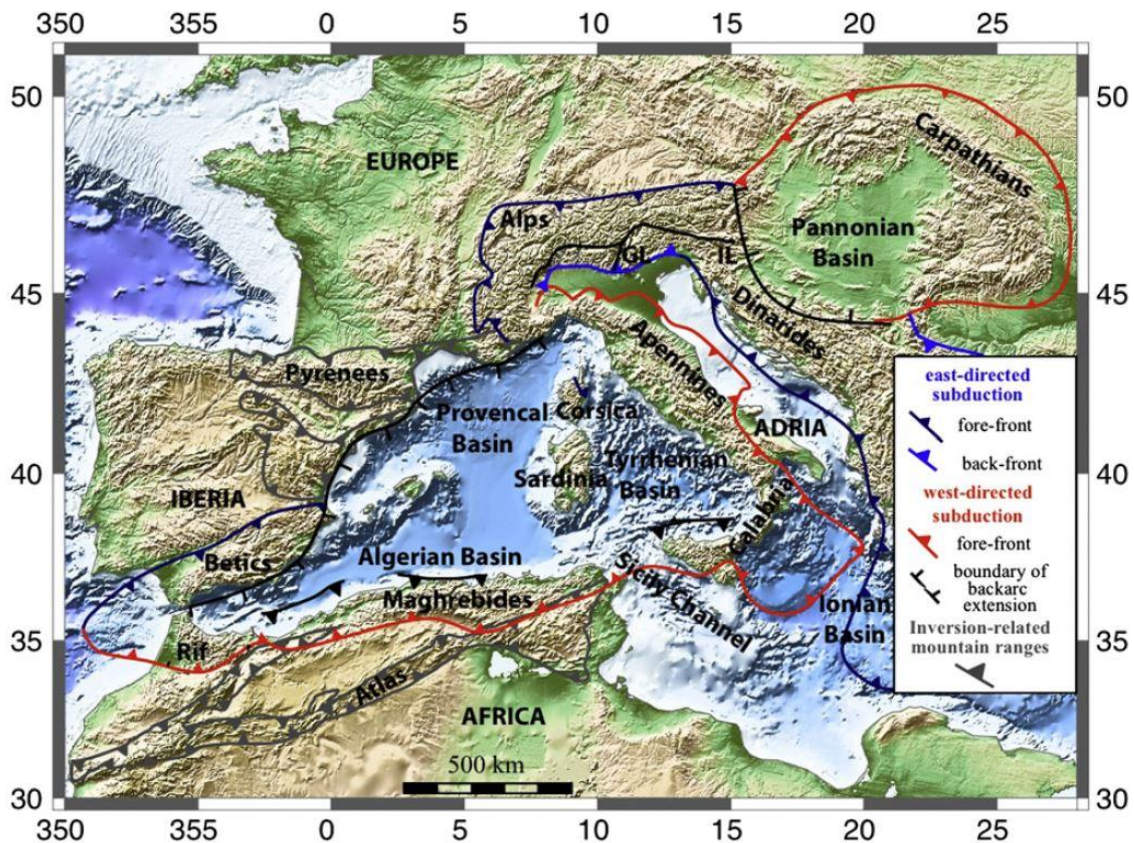


Figura 4.10 - Scenario sulla situazione geodinamica attuale della regione centro-occidentale del Mar Mediterraneo (fonte: Carminati et al., 2012)

L'apertura del sub-bacino ebbe luogo nella parte meridionale del sistema di *rifting* europeo (ERS), in una situazione di retro-arco, come fase estensionale in risposta al *rollback* in direzione sud-est, dello *slab* della placca africana in subduzione sotto quella europea. La rotazione del microcontinente corso-sardo risulta dalla messa in posto di crosta oceanica dal tardo Acquitano (23-19 milioni d'anni) al tardo Langhiano (15 milioni d'anni) (Aslanian D. et al., 2012)

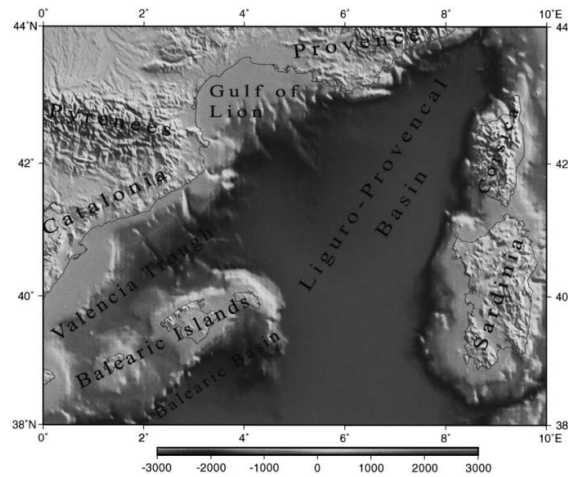


Figura 4.11 - Localizzazione del bacino Ligure-Provenzale (fonte: Speranza, 2002)

Nello specifico, come si osserva dalla Figura 4.12, durante l'Acquitano si è instaurato un sistema di *rifting* tra la placca euroasiatica e quel che sarà il blocco Corso-Sardo (a), seguito da una prima fase di *drifting* sino al Burdigaliano medio-superiore (b) e una seconda fase che si impostò fino al tardo Langhiano (c). Gli effetti dei processi estensionali plio-pleistocenici sul margine occidentale della Sardegna sono visibili nel profilo ECORS-CROP (d), rispecchiante la situazione attuale.

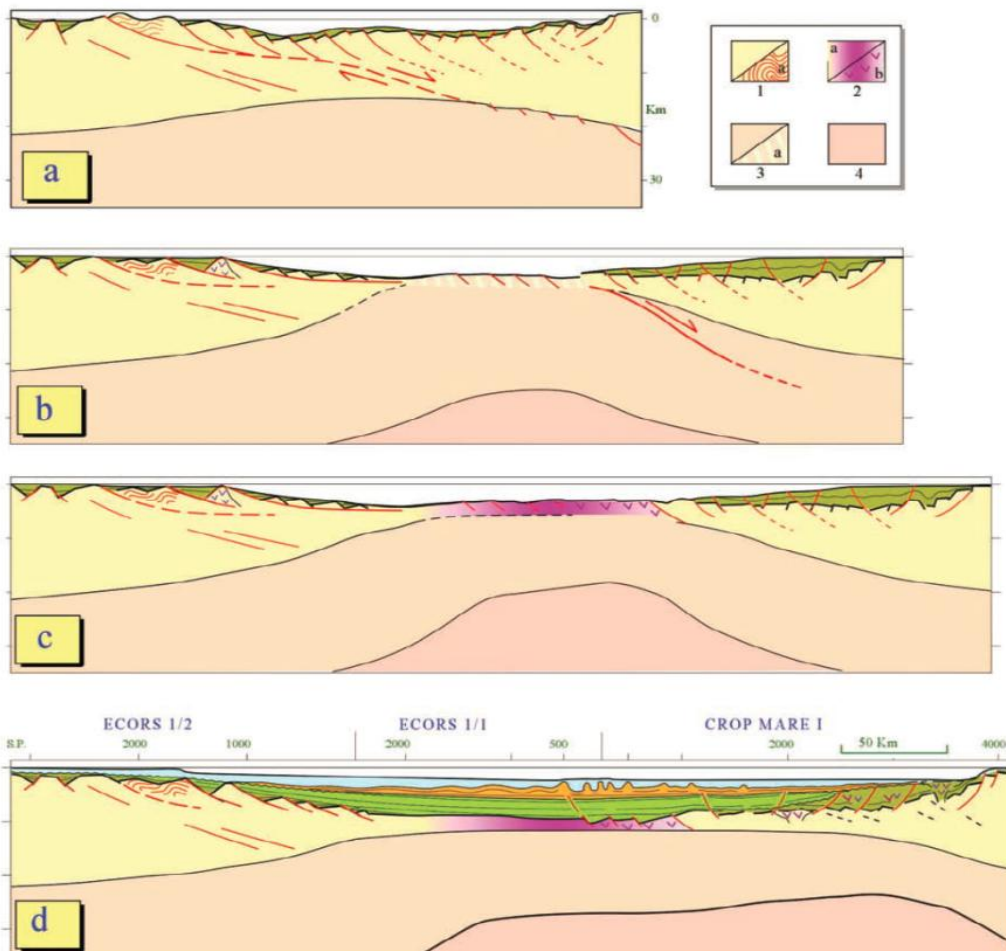


Figura 4.12 - Schema cinematico della sezione litosferica attraversata dai profili CROP ed ECORS (Legenda: 1) Crosta continentale e parte dell'orogene pirenaico; 2) Crosta oceanica relativa alla prima (a) e alla seconda (b) fase di drifting; 3) Mantello litosferico e sua parte denudata; 4) Astenosfera (Fanucci F., Morelli D., 2003)

La storia evolutiva del blocco Sardo-Corso proviene da una successione di fasi tettoniche prevalentemente estensionali relative alla migrazione del sistema Iberico-Provenzale avvenuta secondo certi autori (Seranne, 1999) tra l'Oligocene e il Miocene Superiore e secondo altri (Cherchi & Montadert, 1984; Casula *et alii*, 2001) nel Miocene Inferiore (Figura 4.13).

I nuovi dati paleomagnetici registrano una rotazione del blocco sardo-corso pari a 23° contemporaneamente all'evoluzione del bacino terminata non prima di 16-19 milioni d'anni (inizio del Langhiano) (Speranza *et al*, 2002).

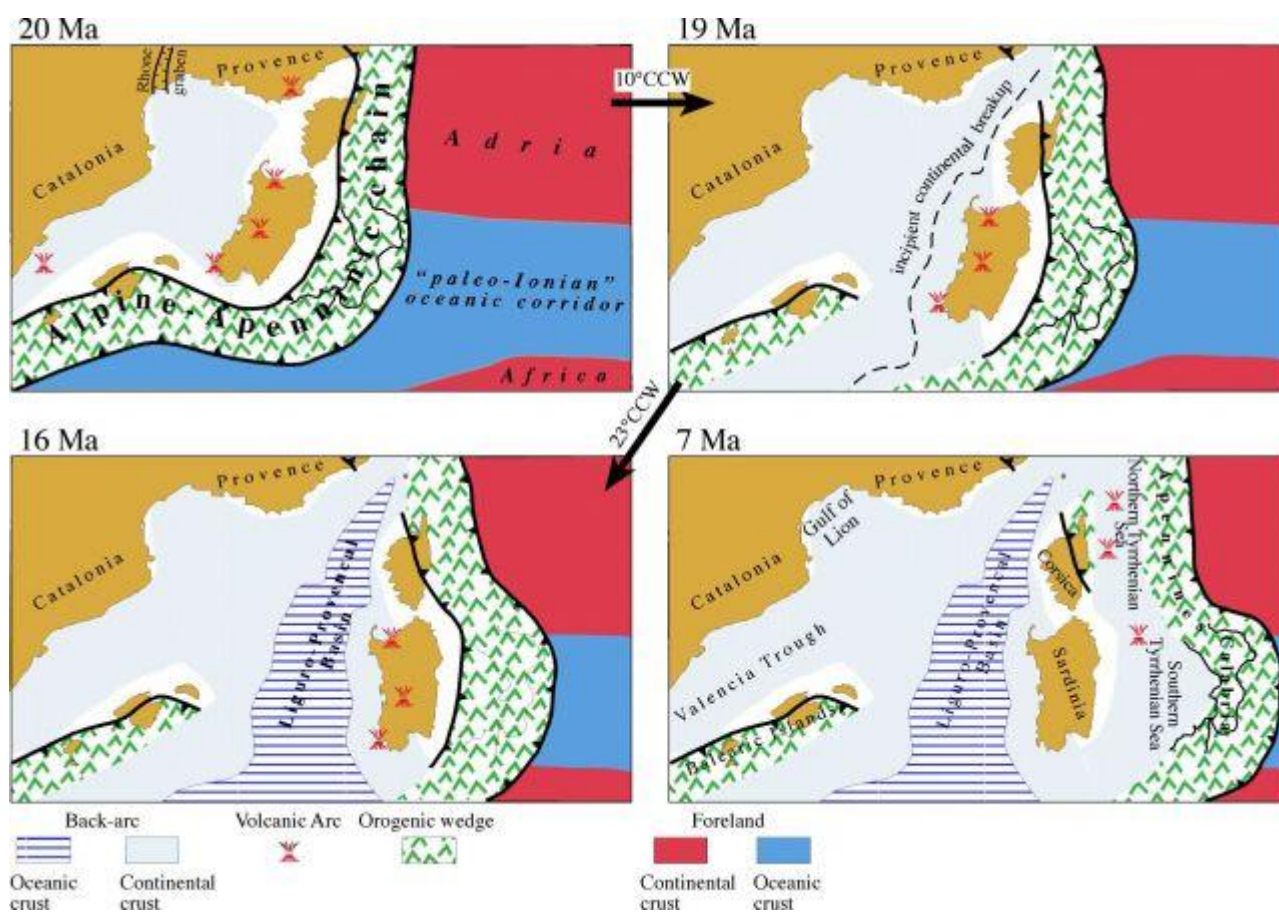


Figura 4.13 - Evoluzione geodinamica da 20 a 7 milioni d'anni (fonte: Speranza 2002, modificata)

4.2.3.1 Evoluzione Geodinamica e Stratigrafia dell'Area in istanza

L'area oggetto di studio mostra una storia geodinamica complessa, legata come visto al trend di rotazione antioraria del blocco sardo-corso, principalmente interessata da regimi di stress di tipo estensionale.

L'adiacente settore continentale della Nurra è caratterizzata da una stratificazione formata da un basamento Varisico, e una successione tardo Paleozoica-Mesozoica inferiore del tutto simile a quella presente in Provenza (Cassinis, 2003). Nel dettaglio, per studiare la paleoposizione del blocco sardo-corso, si è proceduto ad indagare due successioni continentali permo-triassiche presenti nella Nurra (NW Sardegna) e nella Provenza (SE Francia) (Figura 4.14). Sono state osservate tre sequenze stratigrafiche riconoscibili a scala interregionale (Figura 4.15). La prima, di spessore ridotto, poggia in discordanza con il

basamento metamorfico Varisco con un conglomerato basale di clasti di basamento e al di sopra depositi fluvio-lacustri, noti come Formazione di Punta di Lu Caparoni in Sardegna e di Les Pellegrins in Francia. In entrambe le aree affiorano irregolarmente rocce vulcaniche di presunta affinità calcalcalina.

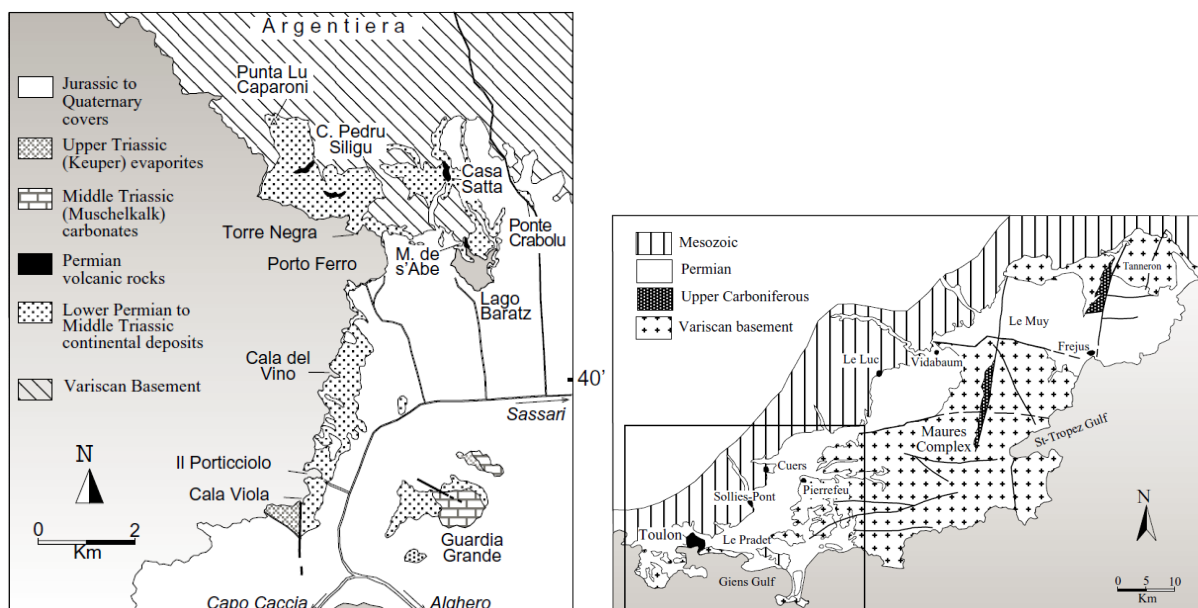


Figura 4.14 - Posizione della Nurra (NO Sardegna) e della Provenza Marittima (SE Francia) con i relativi schizzi geologici semplificati (fonte: Cassinis et al., 2003)

La seconda sequenza è formata da depositi alluvionali, con alcune decine di metri i conglomerati quarzosi canalizzati e alternati ad arenarie d'analogia composizione depositatisi in un ambiente a canali anastomizzati. Questi sedimenti, rappresentati in Nurra dalla Formazione di Pedru Siligu ed in Provenza dalla quella di Transy, giacciono in discontinuità sopra la prima sequenza sedimentaria e vulcanica. Alle sopracitate formazioni ricche in quarzo seguono i prodotti di una più recente attività vulcanica, ascritta alla Formazione di Bron in Provenza e identificabile possibilmente con quella di Casa Satta in Nurra. Verso l'alto si passa a sedimenti fluviali rossastri con facies assai simili (Formazione di Porto Ferro e di Les Salettes). Un evento lacustre finale, avvenuto nell'ambito della seconda unità, favorì la comparsa di una ricca macro-microflora, che ha portato a correlare i rispettivi depositi ad un intervallo di tempo post-Kunguriano/pre-Tatariano. Nella Formazione di Les Salettes si registrano inoltre i primi episodi di un'attività vulcanica d'indiscussa natura alcalina (basalti). Le sovrastanti Formazioni di St.-Mandrier e di Fabregas in Provenza, nonché la Formazione di Cala del Vino in Nurra, sono anch'esse rappresentate da depositi fluviali, soprattutto d'ambiente meandriforme, molto potenti, che graduano localmente, come ad esempio nella seconda unità sopracitata, a sedimenti tipici dell'ambiente di spiaggia. In tutte e due le regioni prese in esame affiorano altresì subordinati depositi vulcanici. Il «top» di questa seconda, essenzialmente silicoclastica successione appartiene con ogni probabilità ad età tardo-permiane imprecisate.

La terza sequenza inizia con una sottile unità di conglomerati quarzosi, con frammenti clastici smussati dall'azione del vento a testimonianza di un clima arido, e definiti come Poudingues de Port-Issol in Provenza e Conglomerato del Porticciolo in Nurra. Questi termini basali poggiano in discordanza sulle precedenti formazioni e sono a loro volta seguiti da oltre 50 metri di arenarie medio-fini e siltiti rossastre, depositatesi in una piana d'inondazione ad opera di «terminal fans», e note sotto il nome di Grès de Gonfaron in Provenza e di Arenarie di Cala Viola in Nurra. L'età di questa sequenza, che si protrae sino al Muschelkalk marino medio-triassico, è in genere delimitata tra l'Olenikiano e l'Anisico inclusi (Cassinis, 2003).

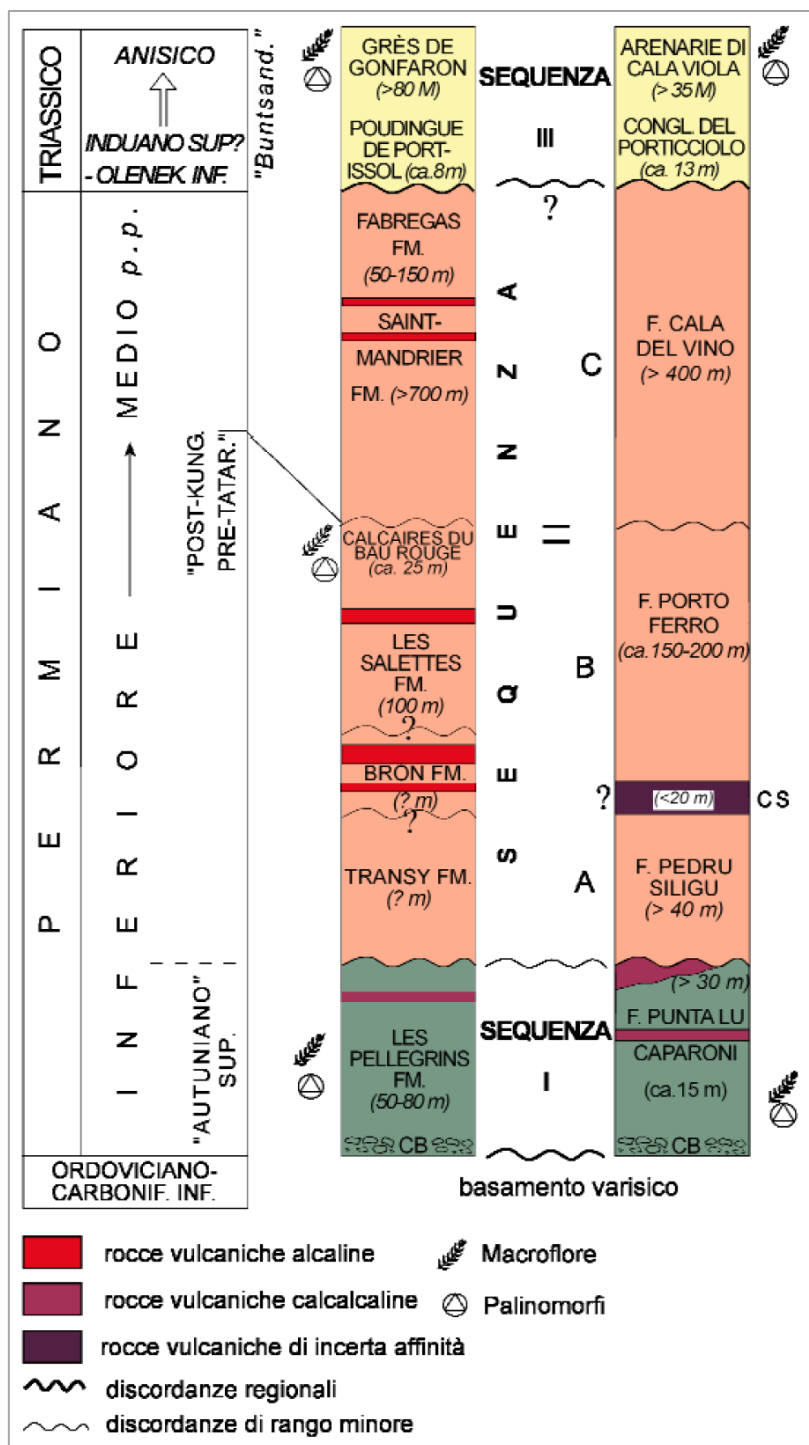


Figura 4.15 - Confronto e correlazione lito- e cronostratigrafica tra le successioni (schematizzate) della Provenza (Bacino di Toulon-Cuers) e della Nurra (Bacino di Lu Caparoni-Cala Viola) (fonte: Cassinis et al., 2003, modificata)

Grazie a queste sequenze studiate si è potuto ricostruire la paleogeografia del settore nord occidentale della Sardegna del blocco sardo-corso fino al triassico medio.

La presenza di flussi detritici (grani di quarzo e microconglomerati quarzosi) entro i calcari del Lias-Dogger della Nurra, provenienti dallo smantellamento del basamento paleozoico e presenti in tre livelli ben datati (rispettivamente del Pliensbachiano inferiore, dell'Aaleniano e del Bajociano), evidenzia un'attività tettonica distensiva. E' rilevante soprattutto lo spessore (fino a 75 metri) dell'unità calcarea detritica nella

quale è contenuto il terzo livello microconglomeratico (oltre 20 metri) e la dimensione dei clasti quarzosi (fino a 3 centimetri) (Jadoul et al. 2010).

Gli eventi estensionali al passaggio Lias-Dogger sono stati riconosciuti anche in Corsica per la presenza di brecce poligeniche nell'area di Caporalino S. Angelo (Jadoul et al. 2010).

Nel Giurassico medio andò aprendosi l'oceano Ligure-Piemontese, precisamente nel Bathoniano, ad est del futuro blocco sardo-corso. Nel Bajociano della Nurra si instaurarono condizioni lagunari-lacustri fino al Bathoniano in cui si passò a condizioni più marine, con calcari micritici a peloidi e bioclasti, marne a *Pholadomya* a cui si accompagnano diversificate associazioni a coralli singoli, lamellibranchi, nerinee, terebratule, echinodermi, briozoi.

Il Calloviano è ugualmente ben documentato da macro- e microfaune. Segue una potente successione dolomitica sterile, riferibile per posizione stratigrafica all'intervallo Oxfordiano–Kimmeridgiano. Il Titoniano superiore è invece caratterizzato da una ricca associazione a *Dasycladacee*, a cui segue una graduale transizione verso condizioni regressive lagunari-lacustri del Berriasiano (facies purbeckiana) (Jadoul et al. 2010).

Nel Berriasiano ci fu una trasgressione marina, testimoniata da lingue marine a foraminiferi, con l'installazione della piattaforma urgoniana. La sedimentazione urgoniana continuò nella Nurra fino all'Aptiano inferiore, troncata dalla superficie d'erosione pre-bauxitica. In seguito ad un evento erosivo, forse avvenuto nell'Albiano, non si hanno informazioni sulla successione stratigrafica fino all'Aptiano superiore.

In tutta l'area Mediterranea nel Coniaciano inferiore andarono ad instaurarsi piattaforme carbonatiche in facies *foramol*, quindi con associazioni bentoniche dominate da molluschi, alghe rosse, briozoi e foraminiferi bentonici, che nella regione della Nurra andavano a sostituire la piattaforma urgoniana del Cretacico Inferiore (Jadoul et al. 2010).

Successivamente si impostarono condizioni tendenti all'eutrofizzazione, documentate dalla presenza di forme opportunistiche di foraminiferi planctonici, come *heterohelicidi* ed *Hedbergella*, nei depositi marnosi emipelagici intercalati nei calcari neritici ricchi in rudiste della Nurra (Jadoul et al. 2010). Tali marne indicano eventi di annegamento santoniani di alcuni settori della piattaforma carbonatica della Nurra, presumibilmente controllati, da tettonica sin-sedimentaria. Si tratta di una linea strutturale circa SSO-ENE (da Punta Negra verso il versante orientale del M. Nurra) che va a delimitare due aree a comportamento differenziale: una ad ovest di sollevamento (Penisola di Capo Caccia, M. Doglia, M. Alvaro) caratterizzata nel Cretacico superiore da una sedimentazione neritica carbonatica, l'altra ad est, subsidente, mostrante sempre più episodi di sedimentazione emipelagica (Nurra orientale).

Segue una fase compressiva nel Luteziano inferiore-medio, evidenziata nella Nurra da localizzati fenomeni di accavallamento del Barremiano sul Coniaciano-Santoniano nella falesia occidentale di Capo Caccia e dall'inversione di polarità stratigrafica nella successione meso-triassica di Punta Levatoio. Questi fenomeni potrebbero essere indotti dalla tettonica salina.

Nell'Oligocene-Miocene il sistema di rift, nonché il bacino Provenzale in formazione (Figura 4.16), è responsabile del nuovo regime estensionale in grado di sezionare ulteriormente i corpi mesozoici favorendo nella Nurra orientale la deposizione di coltri ignimbriche e la trasgressione miocenica.

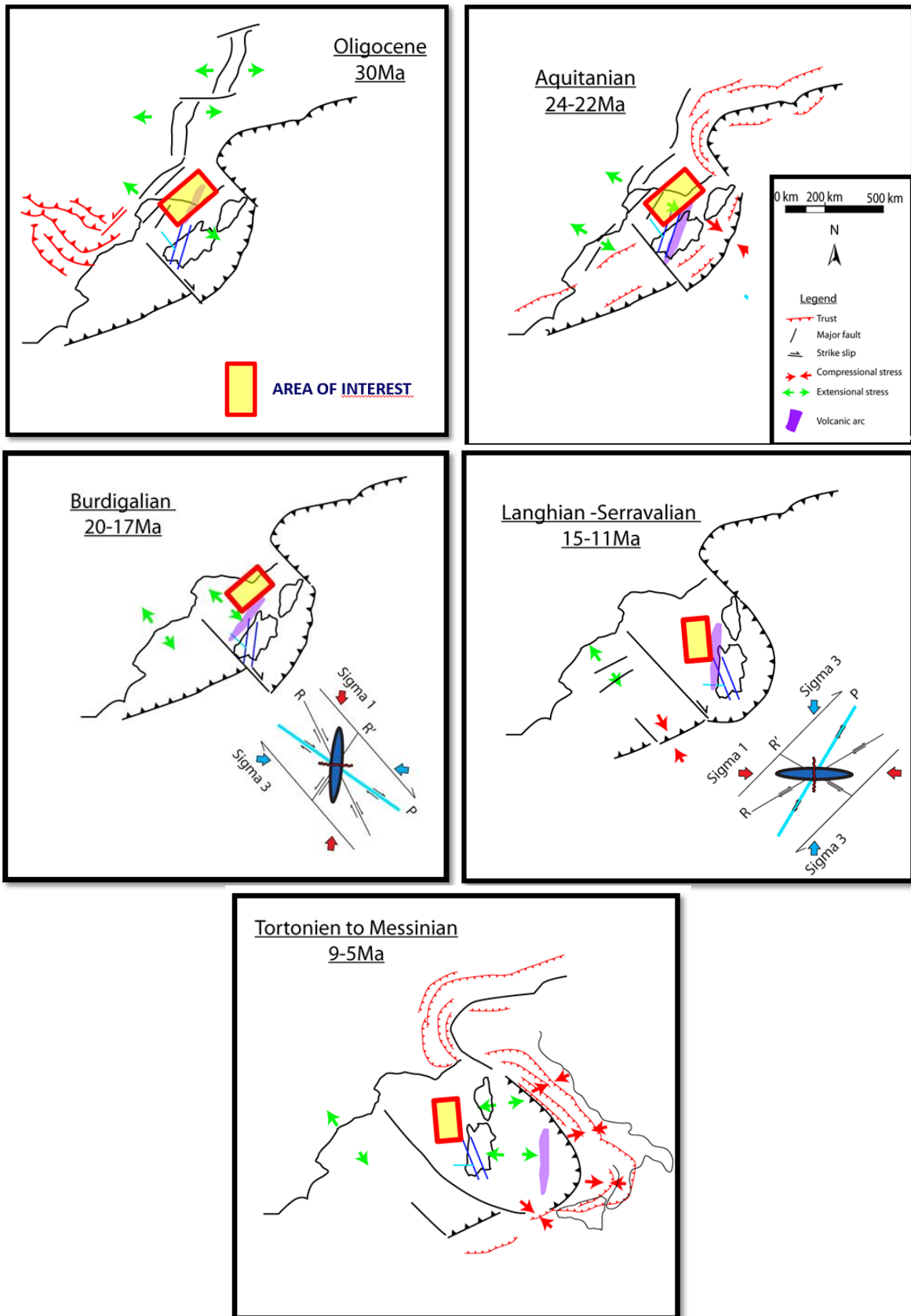


Figura 4.16 - Evoluzione geodinamica blocco Sardo-Corso da 30 a 5 Milioni d'anni (fonte: Seranne, 1999, modificate)

E' evidente quindi che l'attuale assetto morfo-strutturale dei massicci calcarei mesozoici della Nurra è il risultato di vari eventi tettonici sin- e post- deposizionali.

Nel dettaglio, tra il Paleocene e l'Eocene la Sardegna è collegata al sistema provenzale catalano. In questo periodo incidono in quest'area due regimi a carattere regionale, la compressione della catena dei pirenei a nord, e compressione orientate nordest-sudovest per l'impatto di Africa sul continente Euroasiatico.

Nell'Oligocene, il sistema di *rift* europeo (ERS) continua il suo propagarsi verso sud fino al raggiungimento della Sardegna, causandone il distacco dal sistema provenzale-Iberico, 30 milioni d'anni fa (Seranne, 1999). Si apre per cui il bacino Ligure-Provenzale che causa la rotazione di blocchi ai margini del bacino (Figura 4.17, a sinistra).

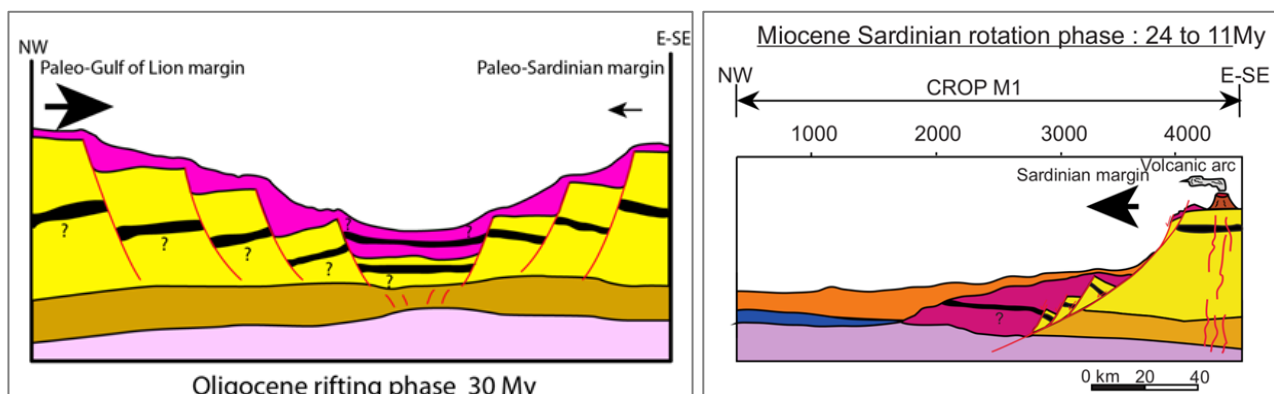


Figura 4.17 – A sinistra: sezione interpretata che raffigura la fase di rifting a 30 Milioni d'anni. A destra: Sezione interpretata che raffigura la fase di drifting del margine Sardo, da 24 a 11 milioni d'anni. Legenda: vedi Figura 4.3 (fonte: Finetti 2005)

Si ha come conseguenza la sedimentazione di conglomerati e arenarie con la formazione di conoidi alluvionali e contemporanea messa in posto di un arco vulcanico nella zona settentrionale dell'Isola Sarda (Figura 4.16).

Nell'Acquitano il rifting si sospende e inizia il drifting del blocco sardo-corso. Sui blocchi precedentemente ruotati si impostano scogliere carbonatiche con associate facies torbiditiche che scorrono lungo un paleo canyon controllati da sistemi di faglia e vanno a ricoprire le marne batiali nel centro del neo bacino (Figura 4.17, a destra). L'arco vulcanico si trova in questo intervallo di tempo a sud-est della Sardegna, confermato da depositi di origine vulcanica trovati nel graben del Campidano.

Nel Burdigaliano continua la rotazione del blocco Sardo fino a compiere una rotazione di circa 23° e nel Langhiano raggiungere la posizione attuale (Speranza et al, 2002).

Dopo la messa in posto del blocco Sardo-Corso, durante il Tortoniano-Messiniano il Mar Tirreno inizia ad aprirsi. In questo intervallo di tempo tutta l'area del Mediterraneo è interessata da una generale diminuzione del livello marino (1500 metri), con conseguente chiusura dello stretto di Gibilterra e quindi non più in comunicazione con le acque dell'Oceano Atlantico. Ne deriva una grande erosione delle terre emerse e soprattutto diversi episodi di essiccamento del Mar Mediterraneo stesso con la deposizione di spesse successioni evaporitiche.

I depositi post Miocenici sono di tipo fluvio-deltizio, messi in posto dalla riattivazione dei maggiori lineamenti strutturali attivati dalla progressiva apertura del Mar Tirreno. Nel margine occidentale della Sardegna questi vanno ad accumularsi nell'*offshore* mediante sistemi torbiditici di diversa entità (Figura 4.18).

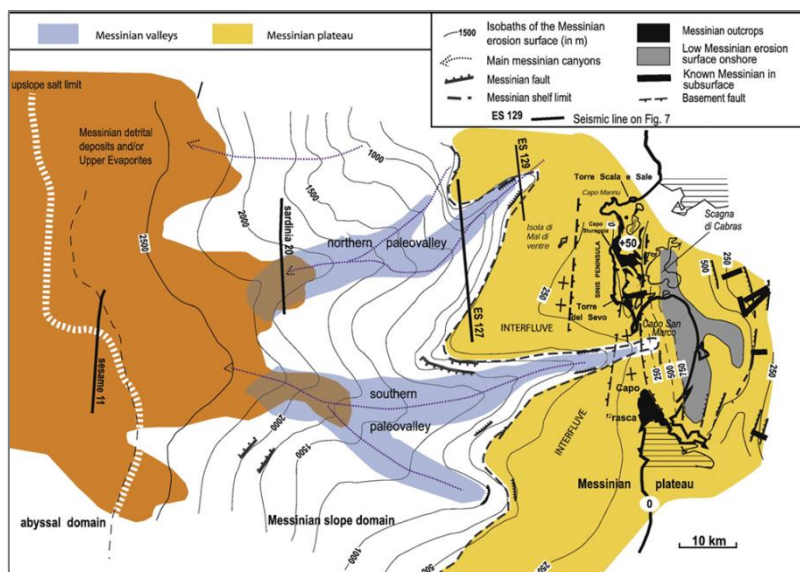


Figura 4.18 - Isobate della superficie erosiva messiniana al largo del Golfo di Oristano, con in evidenza le potenziali aree di accumulo dei depositi torbiditici (Cornee et al. 2008)

Dal profilo sismico CROP MARE I (Figura 4.19) acquisito nell'ambito del progetto italo-francese "ECORS-CROP" si possono considerare il tipo e le entità delle unità stratigrafico-sedimentarie che si trovano nell'area di interesse. Quindi depositi Plio-Quaternari, evaporiti, sequenze sedimentarie profonde (pre-evaporitiche), crosta oceanica relativa alla prima e alla seconda fase di apertura, sequenze sedimentarie pre-sin-drifting, vulcaniti, crosta continentale, mantello litosferico (Figura 4.19) (Fanucci F., Morelli D., 2003).

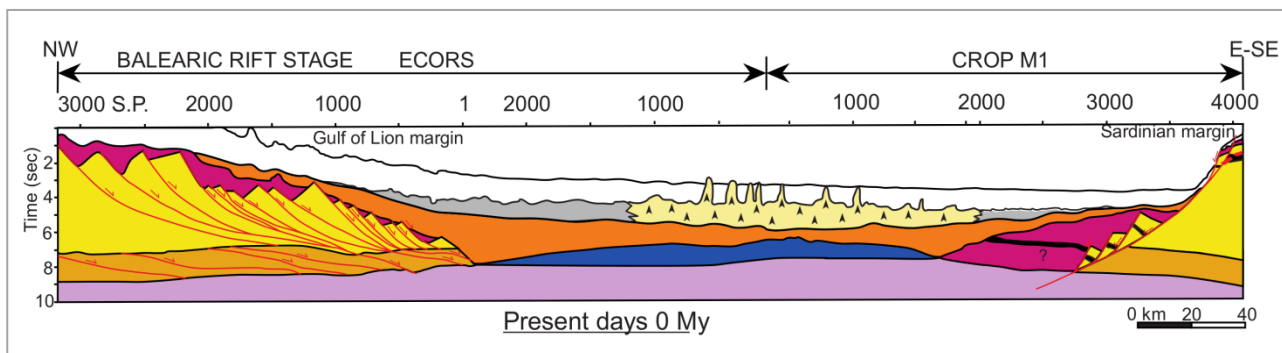


Figura 4.19 - Sezione crostale ECORS-CROP. Vedi Legenda in Figura 4.3 (fonte: Finetti 2005).

Dal punto di vista strutturale, sono tre le famiglie di lineamenti individuate nell'isola Sarda attraverso l'analisi di mappe consultate in VIDEPI e successivamente digitalizzate in ArcGIS: Nord-Ovest/Sud-Est; Nord-Est/Sud-Ovest e Ovest-Est (Figura 4.20).

Tre sono le fasi principali che emergono da tale analisi:

- Fase transpressiva Eocenica, legata alla compressione dei Pirenei;
- Fase di rifting dovuta all'apertura del bacino Ligure-Provenzale tra L'Oligocene Superiore e il Burdigaliano;
- Fase transtensiva del Langhiano legata all'apertura del Mar Tirreno.

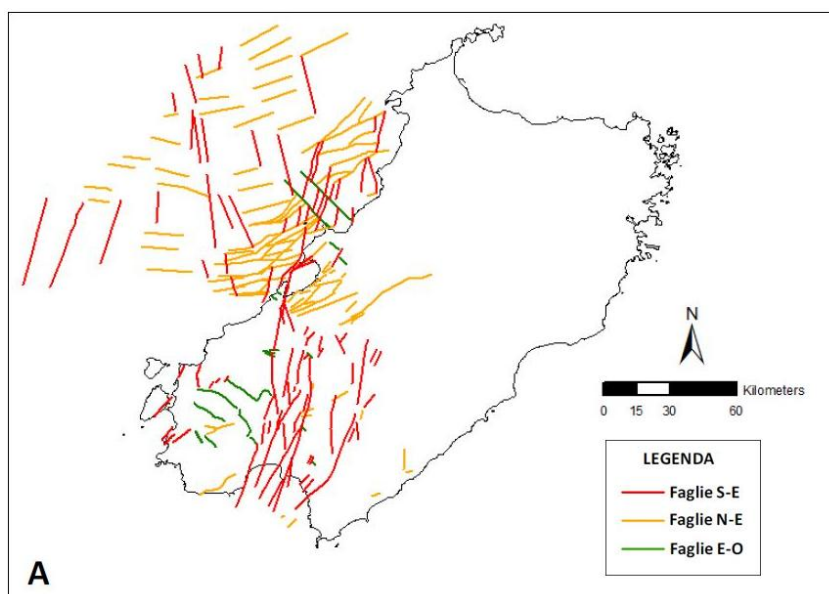


Figura 4.20 - Sistema di lineamenti regionali con le rispettive orientazioni prima e dopo la rotazione del blocco Sardo-Corso.

4.3 Ambiente Marino

4.3.1 Inquadramento climatico

La classificazione climatica di Köppen è un sistema, in gran parte empirico, dove ciascun clima viene definito in base a dei valori prestabiliti di temperatura e di precipitazioni, calcolati conformemente alle medie annue o di singoli mesi. Köppen elaborò tale sistema di classificazione nel 1918, e dopo ripetute modifiche, in collaborazione con R. Geiger, realizzò l'ultima versione datata al 1961.

La quasi totalità della penisola italiana è attribuita dal sistema di classificazione di Köppen, ad un Clima Temperato (C), che comprende un insieme di climi caratterizzati da temperatura media del mese più freddo compresa tra i -3 e i +18 °C e precipitazioni superiori ai climi aridi. Almeno un mese ha una temperatura media superiore a 10 °C, pertanto i climi C hanno sia una stagione estiva sia una invernale.

I climi temperati contengono a loro volta delle sottocategorie, designate da una lettera minuscola che segue la lettera identificativa del clima principale. Nel caso della Sardegna, si identifica un clima Cs (temperato umido con estate asciutta, o clima mediterraneo), in cui il totale delle precipitazioni misurate nel mese più secco del semestre caldo sono inferiori a 30 mm ed inferiori ad un terzo delle precipitazioni del mese più piovoso del semestre freddo. Le coste meridionali della Sardegna sono caratterizzate nello specifico da un clima Csa tendente a BS (clima temperato subtropicale, o mediterraneo secco tendente allo steppico), mentre il resto dell'isola appartiene ad un clima Csa (temperato caldo mediterraneo, a siccità estiva).

Secondo la mappa dei climi in Italia realizzata da Pinna nel 1978, che modifica la classificazione di Köppen (Figura 4.21), la Sardegna è caratterizzata da zone litorali a clima temperato caldo, cui segue nell'entroterra una fascia a clima sublitoraneo che diviene subcontinentale in corrispondenza dei maggiori rilievi; in limitate porzioni nelle coste sud dell'isola e sul litorale di Orosei è presente un clima subtropicale.

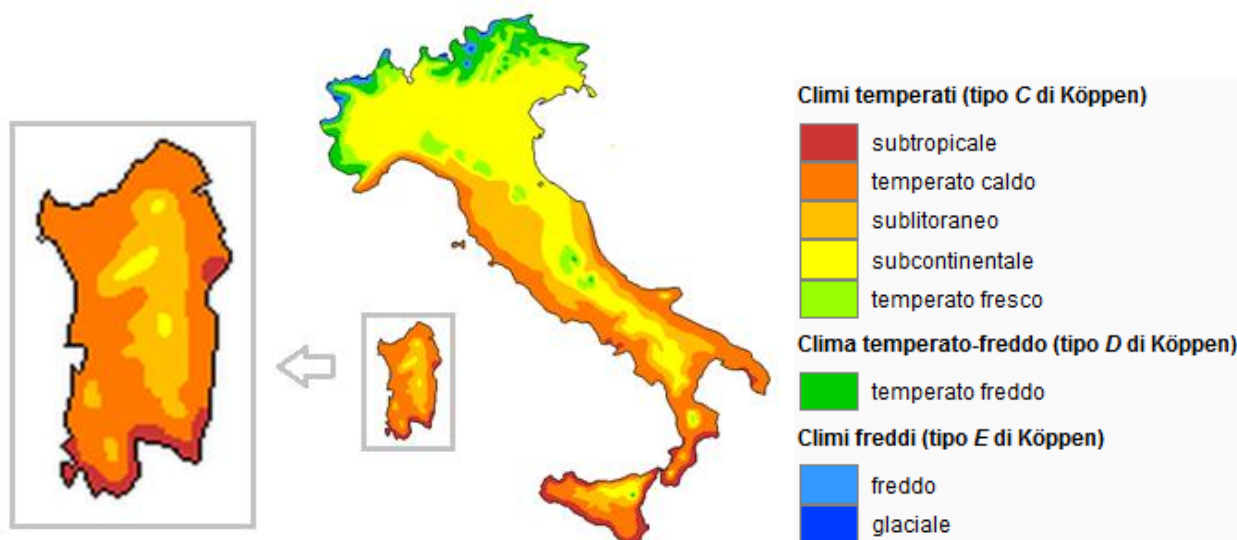


Figura 4.21 - Mappa dei climi in Italia da Pinna, 1978, con zoom sulla Sardegna (fonte: www.ilclima.org/clima-italia/mod.)

La Sardegna, classificata come regione a clima mediterraneo, è caratterizzata da un'accentuata variabilità termica tra i versanti, in occasione di ondate di calore o di freddo, a causa della sua posizione particolare all'interno del mar mediterraneo e della lontananza dai continenti. Mediamente, il clima isolano è molto mite, persino nella stagione fredda. Le medie termiche invernali raggiunte a Cagliari sono tra le più elevate di Italia (superate solo da alcune località costiere della Sicilia), mentre Carloforte (isola di Sant'Antioco nel sudovest della Sardegna) ha delle medie che eguagliano i valori raggiunti in Sicilia.

Il Mar Mediterraneo solitamente attenua le ondate di freddo che giungono sull'isola. Ciò nonostante, se l'aria fredda è anche secca (venti da nordest), essa si può accumulare nell'entroterra in porzioni limitate caratterizzate da clima più continentale, originando temperature minime capaci di toccare i -10°C . Le correnti fredde da nordovest, sono invece più umide e il più delle volte portatrici di neve, abbondante e piuttosto frequente nel trimestre invernale sopra i 1400 metri di quota. Durante l'estate, l'isola è soggetta ad apporti di aria calda proveniente dal nordafrica, che possono portare all'instaurarsi di temperature molto elevate. Lo scirocco è uno dei principali artefici del clima caldo dell'isola. Nelle zone interne e in montagna, le temperature sono comunque alte, perché lo scirocco mostra alti valori termici soprattutto alle medie quote (tra i 800 e i 1500 metri). Le temperature estreme registrate in Sardegna (nelle vallate del centro dell'isola, in piena estate, si toccano i $+45^{\circ}\text{C}$) si devono proprio a questo vento. Si possono però avere ondate di caldo locali, a causa di venti di maestrale. In questo caso la massa d'aria in arrivo deve essere secca e deve essere accompagnata da un debole gradiente termico all'aumentare della quota. Venti di caduta si abbattono sulla costa orientale, dove si possono raggiungere i $+25^{\circ}\text{C}$ anche in pieno inverno. Un'altra zona interessata dal fenomeno è il basso Sulcis, dove con tale configurazione si possono raggiungere i 20°C anche nella stagione fredda. L'escursione termica diurna media si presenta più accentuata nel periodo estivo. La prevalenza di correnti occidentali determina un clima meno continentale nella costa occidentale, perciò maggiormente soggetto a escursioni termiche diurne ridotte (www.sardegna-clima.it/index.php/dati-climatici/temperature).

Nel clima dell'isola si possono individuare una stagione secca e una stagione piovosa: la prima va dal mese di maggio a quello di settembre, la seconda da ottobre ad aprile. Tuttavia la stagione secca si può estendere

facilmente fino al mese di Novembre o cominciare direttamente già da Aprile, specialmente nelle zone più meridionali della Sardegna.

La circolazione occidentale è quella prevalente sull'isola, quindi le località che con maggiore frequenza saranno interessate dalle piogge sono quelle esposte a Occidente, in particolare nel nord ovest e nelle zone centrali, dove l'orografia (anche se modesta) incrementa intensità e frequenza delle piogge. Inoltre, le masse d'aria in arrivo dai quadranti occidentali e soprattutto nord occidentali non contengono, la maggior parte delle volte, grandi quantità di vapore, elemento essenziale per lo sviluppo di abbondanti precipitazioni (www.sardegna-clima.it/index.php/dati-climatici/precipitazioni).

4.3.2 Condizioni meteomarine

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

La stazione mareografica più prossima all'area in istanza di prospezione si localizza a Porto Torres, nel Golfo dell'Asinara, a circa 36.6 miglia nautiche di distanza in linea d'aria dal blocco stesso. Per fornire un confronto ai dati di Porto Torres, saranno utilizzati i dati meteomarini della stazione mareografica di Carloforte, sita nell'omonima città nell'Isola di San Pietro, nell'arcipelago del Sulcis. Tale stazione di misura si localizza a circa 65 miglia nautiche a sud dell'area oggetto di prospezione.

I dati relativi al regime ondametrico saranno invece ricavati dal sito internet www.idromare.it per quanto concerne la boa di Alghero, che risulta la più vicina (circa 23.7 miglia nautiche) all'area in istanza di prospezione. Una tabella riassuntiva delle coordinate delle due stazioni meteomarine e della boa ondametrica summenzionate, corredata di mappa di localizzazione, è indicata in Figura 4.22. Come periodo di riferimento è stato selezionato un intervallo di 5 anni, dal 1 gennaio 2009 al 1 gennaio 2014. Questa scelta è stata obbligata in quanto non sono disponibili nel sito www.mareografico.it dati antecedenti per quanto riguarda la stazione di Porto Torres. Per completezza e raffronto tra dati annui e dati sul lungo periodo, saranno riportate anche le elaborazioni grafiche relative al solo anno 2013.

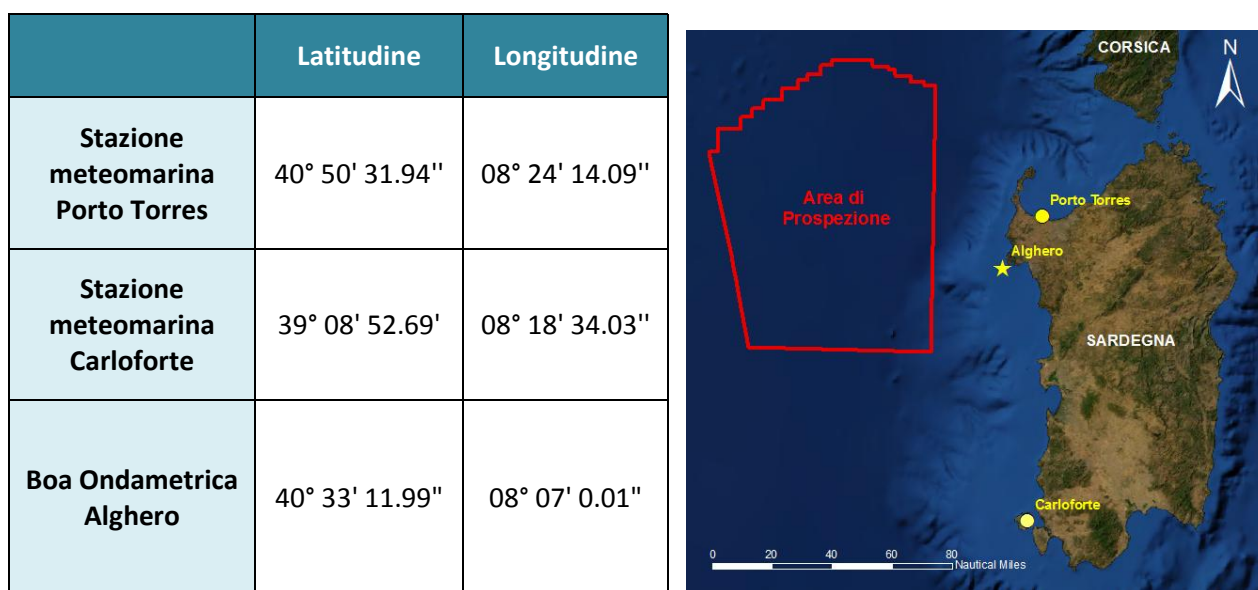


Figura 4.22 - Coordinate delle stazioni meteomarine di Porto Torres e Carloforte e della boa ondametrica di Alghero, con mappa di localizzazione rispetto al blocco oggetto di studio (in rosso). Le stazioni meteomarine sono indicate con il pallino, la stazione ondametrica con la stella (fonte dei dati: www.idromare.it)

4.3.2.1 Livello idrometrico

I grafici relativi al livello idrometrico raggiunto nelle stazioni meteomarine di Porto Torres e Carloforte nel periodo di tempo compreso tra il 01/01/2009 e 01/01/2014, sono indicati rispettivamente in Figura 4.23 e Figura 4.24. Essi sono espressi in metri e si riferiscono alle quote raggiunte dal livello del mare rispetto allo zero di riferimento.

Si specifica che, mentre il set di dati a disposizione del biennio 2009-2010 prevede registrazioni orarie, il set di dati del periodo 2011-2013 prevede registrazioni realizzate ogni 10 minuti.

Le due stazioni presentano un andamento molto simile per quanto concerne il livello idrometrico sul quinquennio analizzato. Un riassunto dei valori massimi e minimi assoluti raggiunti nei vari anni nella stazione meteomarina di Porto Torres, corredati di escursione annua, sono riportati nella Tabella 4.1.

Nella colonna “Registrazione mancante” si riporta la presenza di vuoti nella registrazione. Nel 2009 mancano i valori relativi al 21 e 22 novembre, mentre i valori mancanti nel 2010, abbastanza numerosi, si localizzano in aprile, luglio, agosto e settembre; gli altri tre anni presentano valori mancanti sparsi, perlopiù distribuiti nell’arco dei 12 mesi, che non inficiano minimamente la qualità dei dati (dati presi ogni 10 minuti, e non orari come nel 2009-2010).

A Porto Torres, il picco massimo assoluto nel quinquennio di riferimento è stato raggiunto il primo gennaio del 2010 ed ha toccato i 0.66 m, mentre il minimo assoluto quinquennale, di -0.22 m si è verificato nel febbraio del 2009 e del 2012. Il 2012 è stato l’anno caratterizzato da massima escursione (85 cm) per quanto concerne il livello piezometrico.

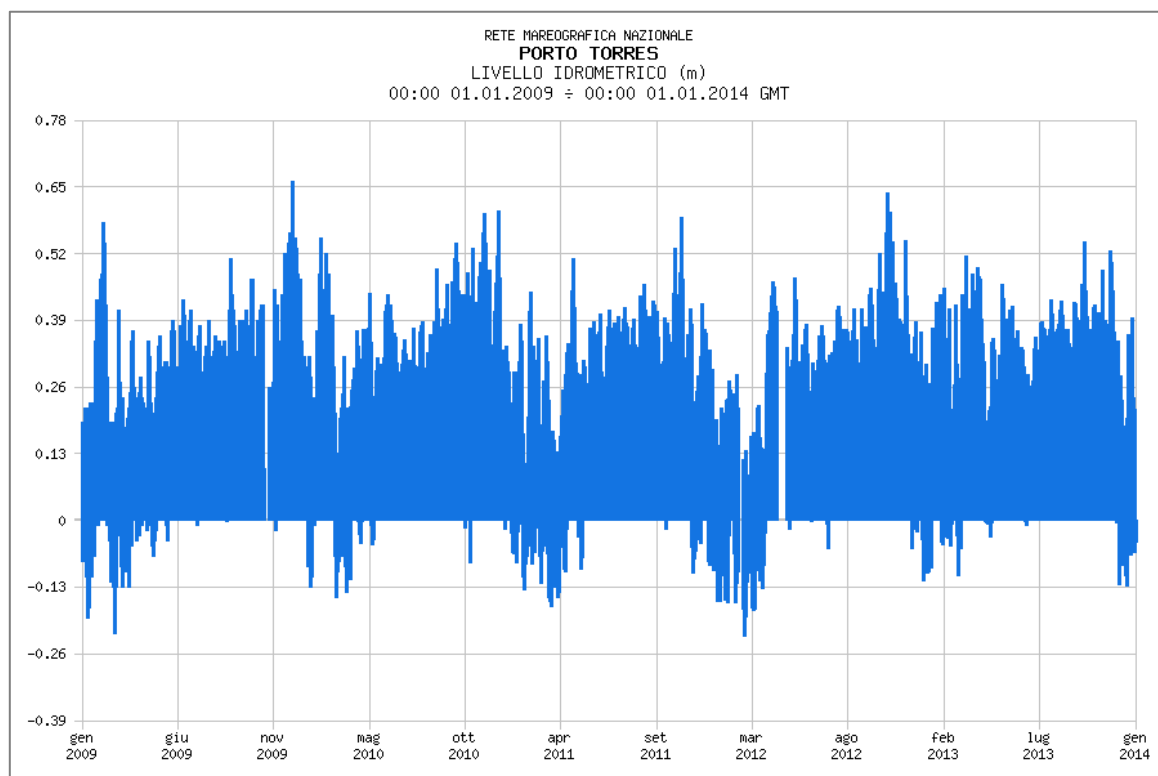


Figura 4.23 – grafico idrometrico nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)

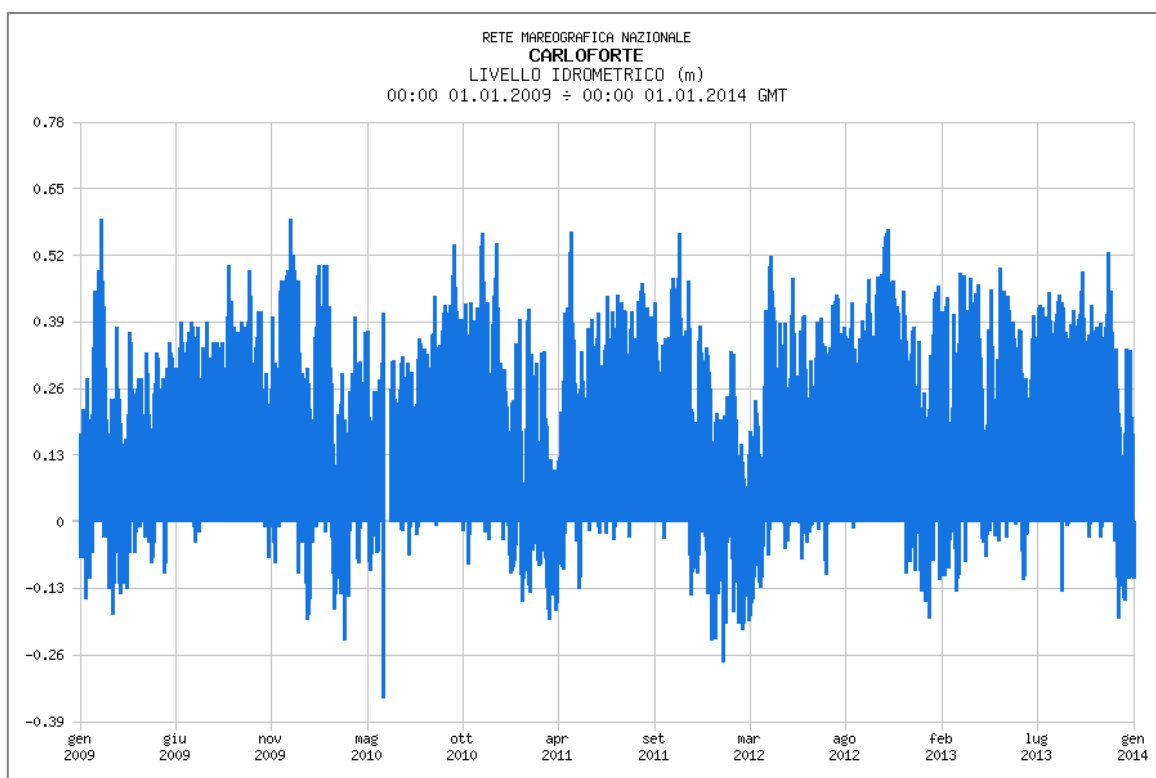


Figura 4.24 - grafico idrometrico nella stazione di Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)

Generalmente, a Porto Torres la massima escursione del livello piezometrico di verifica in autunno-inverno; l'altezza massima annua è registrata a febbraio-gennaio nel 2009-2010, mentre nel triennio 2011-2013 risulta traslata ad ottobre-novembre. Il livello minimo annuo viene invece raggiunto in febbraio-marzo in quasi tutti gli anni analizzati, ad eccezione dell'ultimo che vede la minima verificarsi in dicembre. L'escursione annua del livello idrometrico assoluto varia da 80-85 cm nel 2009, 2010, 2012, mentre per il 2011 e 2013 si aggira sui 65-66 cm.

Un riassunto dei valori massimi e minimi assoluti raggiunti nei vari anni, corredata di escursione annua, nella stazione meteomarina di Carloforte, sono riportati nella Tabella 4.2.

Anno	Massima (m)	Data di massima	Minima (m)	Data di minima	Escursione (m)	Registrazione mancante
2009	0.58	07/02	-0.22	26/02	0.80	21 e 22 novembre
2010	0.66	01/01	-0.15	18/03	0.81	Sparsi: aprile, luglio, agosto e settembre
2011	0.59	05/11	-0.16	24/03	0.65	Sparsi e distribuiti tra i mesi
2012	0.63	27/10	-0.22	24/02	0.85	Sparsi e distribuiti tra i mesi
2013	0.54	15/10	-0.12	17/12	0.66	Sparsi e distribuiti tra i mesi

Tabella 4.1 – livello idrometrico nella stazione mareografica di Porto Torres nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

Anno	Massima (m)	Data di massima	Minima (m)	Data di minima	Escursione (m)	Registrazione mancante
2009	0.59	07/02	-0.18	26/02	0.77	Novembre
2010	0.59	01/01	-0.23 (-0.34)	05/04 (09/06)	0.82	Maggio e Giugno
2011	0.56	05/11 e 02/05	-0.23	31/12	0.79	Sparsi, Marzo e aprile specialmente
2012	0.57	31/10	-0.27	21/01	0.84	Aprile e Maggio
2013	0.52	18/11	-0.18	12/01	0.70	Soprattutto Novembre

Tabella 4.2 – livello idrometrico nella stazione mareografica di Carloforte nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

Valori mancanti (statisticamente non significativi) si verificano prevalentemente a novembre 2009, a maggio e giugno 2010, marzo e aprile 2011, aprile e maggio 2012 e novembre 2013.

L'altezza idrometrica massima registrata nel quinquennio di riferimento è di 0.59 nei primi mesi sia del 2009 che del 2010, mentre l'altezza minima si attesta sui -0.27 nel gennaio 2012. Il valore minimo assoluto di -0.34 verificatosi ad inizio giugno 2010 è un valore isolato e anomalo che si ipotizza possa essere dovuto ad errore strumentale.

Il livello idrometrico a Carloforte raggiunge valori leggermente più bassi rispetto a Porto Torres; i massimi in particolare si verificano nello stesso giorno nel periodo 2009-2011, e nello stesso mese per quanto riguarda il biennio successivo. I valori minimi sono toccati a fine febbraio 2009 esattamente come a Porto Torres, nel 2010 viene raggiunto ad aprile, mentre nel triennio successivo si verificano circa nel mese di gennaio.

E' possibile osservare l'andamento del livello idrometrico del 2013 nei grafici di Figura 4.25. L'andamento dei due grafici è molto simile, soprattutto in autunno ed in inverno, ove si verificano escursioni notevoli in breve periodo di tempo e ove sono raggiunti, in entrambe le stazioni, valori minimi e massimi assoluti. Il mese estivo è invece caratterizzato dalla presenza di escursioni meno marcate, specialmente per quanto riguarda Porto Torres, mentre a Carloforte si raggiungono altezze più elevate in valore assoluto ed i picchi risultano più pronunciati, probabilmente per colpa di condizioni locali. Significative sono le "cadute" che si verificano ad ottobre-novembre e in aprile-maggio.

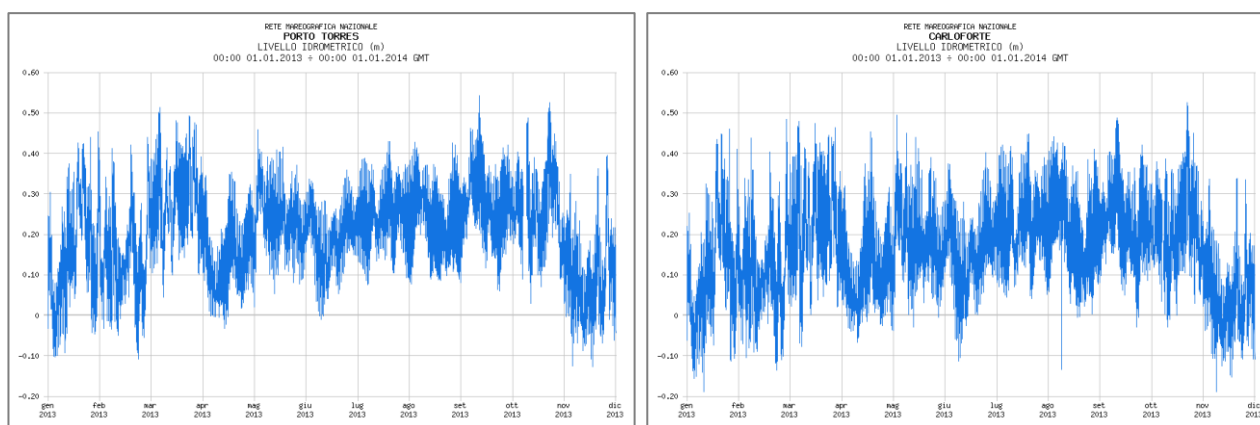


Figura 4.25 – livello idrometrico nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) nell'anno 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

4.3.2.2 Temperatura dell'aria

Le Temperature dell'aria (espressa in °C) raggiunte nelle stazioni mareografiche di Porto Torres e Carloforte nel periodo di tempo compreso tra il 01/01/2009 e 01/01/2014, sono state elaborate nei grafici di figura Figura 4.26.

Il valore massimo della temperatura dell'aria si verifica solitamente tra la seconda metà di luglio e la prima metà di agosto, fatta eccezione per il 2012 in cui la temperatura più alta è stata toccata verso fine giugno. Il valore minimo di temperatura invece si verifica a fine gennaio-inizio febbraio, e non scende mai sotto lo zero.

Porto Torres presenta picchi più pronunciati rispetto a Carloforte, e nonostante presenti andamento simile, i valori minimi e massimi in questa stazione risultano più elevati in valore assoluto e l'escursione termica risulta più pronunciata. Tale differenza probabilmente è dovuta alla posizione diversa di Porto Torres rispetto a Carloforte in relazione a venti e correnti e da altri fattori di origine locale.

La temperatura dell'aria massima assoluta (Tabella 4.3) raggiunta nel quinquennio a Porto Torres è di 41.4 °C nel luglio del 2009. La massima dell'anno successivo risulta la più bassa (33.3 °C) mentre nel triennio 2011-2013 torna ad aumentare. La temperatura dell'aria minima assoluta raggiunta nel quinquennio invece è di 0.5 °C nel febbraio 2009. Tale valore ha subito una graduale crescita negli anni successivi fino ad attestarsi ai 2.8 °C del 2013. Osservando i meri dati assoluti delle temperature dell'aria, risulta che il 2009 sia stato l'anno con l'inverno più freddo e con l'estate più calda, con una escursione termica annua di quasi 41°C. l'inverno più mite si è verificato invece nel 2013, mentre l'estate più fredda nel 2010.

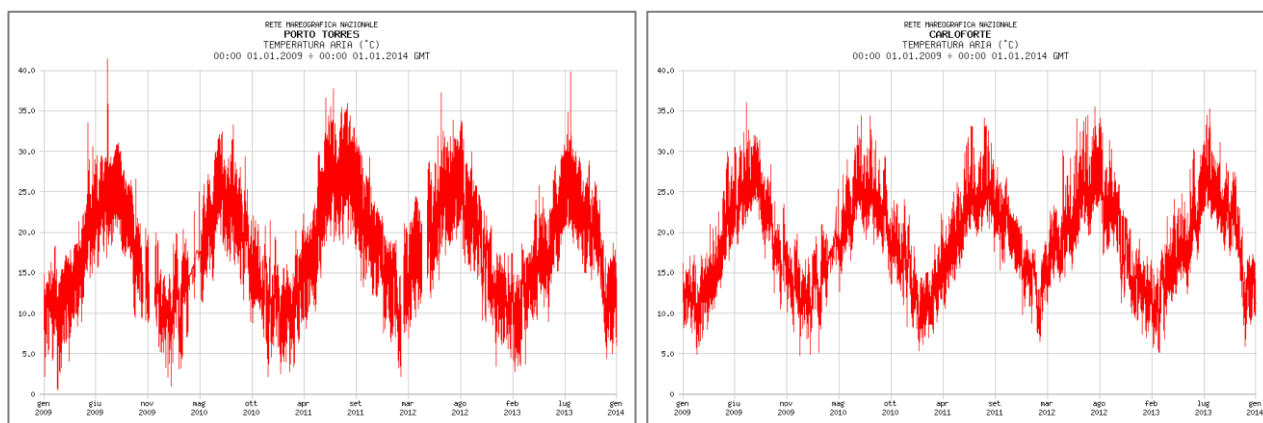


Figura 4.26 – A sinistra: temperatura dell'aria nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014. A destra: temperatura dell'aria nella stazione di Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)

La temperatura massima dell'aria che si registra a Carloforte (Tabella 4.4) risulta di 1-5°C più bassa rispetto a quella di Porto Torres, mentre quella minima è di 3-4°C più alta. Ne consegue un'escursione termica annua più contenuta, che non supera i 31 °C contro gli oltre 40°C registrati nel 2009 a Porto Torres.

Tale differenza di intensità nella temperatura probabilmente sono da imputarsi ad una minore influenza della terraferma a Carloforte, a causa della posizione della cittadina stessa, nell'isola di San Pietro. Porto Torres invece si colloca in posizione riparata nel settore più interno del Golfo dell'Asinara e risente meno di venti e correnti e dell'influenza del mare.

Osservando i meri dati assoluti delle temperature dell'aria, risulta che il 2010 sia stato l'anno con l'inverno più freddo, mentre l'inverno più mite è attribuito al 2012. L'estate più calda invece si è verificata nel 2009 e

l'estate più fresca nel 2010 (come a Porto Torres). L'anno con minore differenza tra la massima assoluta e la minima assoluta risulta essere il 2012 (29°C), mentre nel 2009 la differenza era più pronunciata.

Anno	T max (°C)	Data di massima	T min (°C)	Data di minima	Escursione annua	Registrazione mancante
2009	41.4	23/07	0.5	15/02	40.9	Primi 21 giorni di dicembre
2010	33.3	27/08	1	12/02	32.3	Prima settimana di dicembre
2011	37.7	13/07	2.5	25/01	35.2	Qualche dato a maggio
2012	37.2	20/06	2.2	13/02	35	Qualche dato a dicembre
2013	39.8	07/08	2.8	09/02	37	-

Tabella 4.3 – temperatura dell'aria nella stazione mareografica di Porto Torres nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

Anno	T max (°C)	Data di massima	T min (°C)	Data di minima	Escursione annua	Registrazione mancante
2009	36	23/07	4.9	16/02	31.1	Qualche giorno a Novembre
2010	34.4	22/07	4.7	12/02	29.7	Valori sparsi
2011	34.1	19/08	5.4	24/01	28.7	Sparsi, specialmente marzo-aprile
2012	35.5	06/08	6.5	12/02	29	-
2013	35.2	07/08	5.2	27/02	30	Sparsi, soprattutto novembre

Tabella 4.4 – temperatura dell'aria nella stazione mareografica di Carloforte nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

Si nota che nel 2009 la massima e minima si verificano contemporaneamente nelle due stazioni, ma con una differenza sostanziale nel valore raggiunto; mentre a Porto Torres si toccavano i 41.4 °C a Carloforte non si superavano i 36°C; in febbraio, i 0,5°C di Porto Torres invece si contrappongono ai quasi 5°C di Carloforte.

L'anno con l'estate più fredda, ovvero il 2010, segna a Carloforte temperature massime di 34.1°C, superiore di solo 1 grado rispetto a Porto Torres, e minime di 5.4 °C, molto più alte di 1°C raggiunto nello stesso momento nella città in provincia di Sassari.

E' possibile osservare l'andamento della temperatura dell'aria nel corso del 2013 nei grafici di Figura 4.27. A parte l'intensità dei picchi diversa tra le due stazioni, l'andamento risulta praticamente identico. Il valore massimo è raggiunto in estate, con un picco secondario in giugno, mentre la temperatura invernale, dopo la "caduta" di fine ottobre raggiunge i minimi in gennaio-marzo.

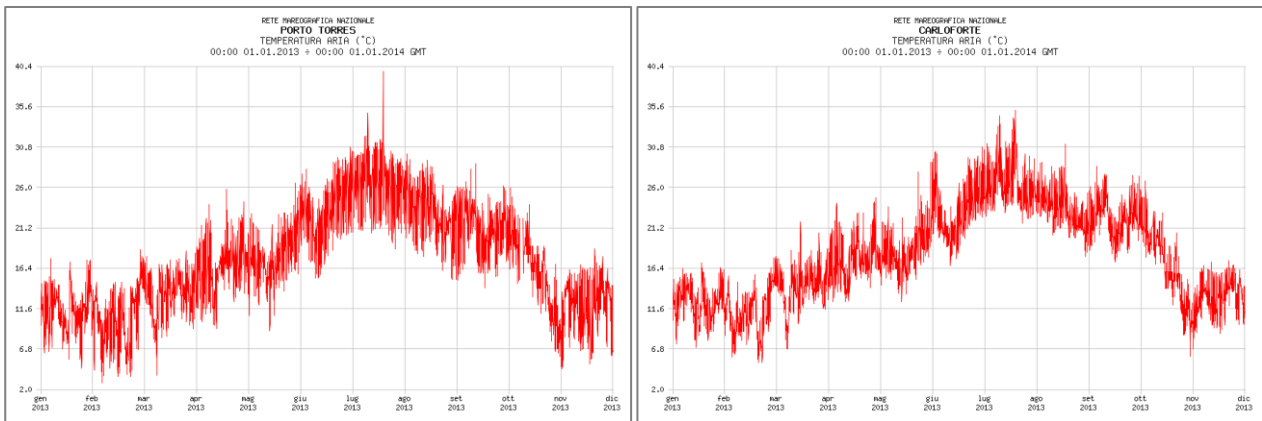


Figura 4.27 – temperatura dell'aria nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) nell'anno 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

In Figura 4.28 sono riportate le mappe della Sardegna con indicazione delle medie annuali e mensili dei valori di temperatura massima, minima e media. Queste mappe sono state ricavate da una nota tecnica sul clima della Sardegna (Chessa e Delitala, 1997) consultabile online sul sito dell'ARPAS all'indirizzo <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp>. Tali mappe sono state elaborate sulla base di dati relativi al periodo di circa trent'anni compreso tra il 1951 e il 1980.

La distribuzione spaziale della media annua della temperatura massima mostra una forte dipendenza dall'orografia. L'analisi delle temperature mostra la presenza di due periodi a condizioni circa costanti (luglio-agosto e dicembre-febbraio) ai quali si intramezzano periodi di marcate transizioni (marzo-aprile e settembre-novembre). Nella stagione invernale l'effetto dominante è dovuto al mare, mentre le zone interne assumono carattere di continentalità. Nella stagione estiva invece domina l'effetto stabilizzante delle aree anticicloniche che causa un gradiente di temperatura con direzione nord-sud. La distribuzione spaziale dei valori di temperatura minima evidenzia invece una maggiore stabilità di questo parametro durante i diversi mesi, anche se è comunque riconoscibile una differenziazione tra la stagione calda e la stagione fredda. Tale stabilità è legata alla presenza del mare cui si sovrappone un leggero effetto dovuto alla variazione della latitudine e ai rilievi orografici centro-orientali (Chessa e Delitala, 1997).

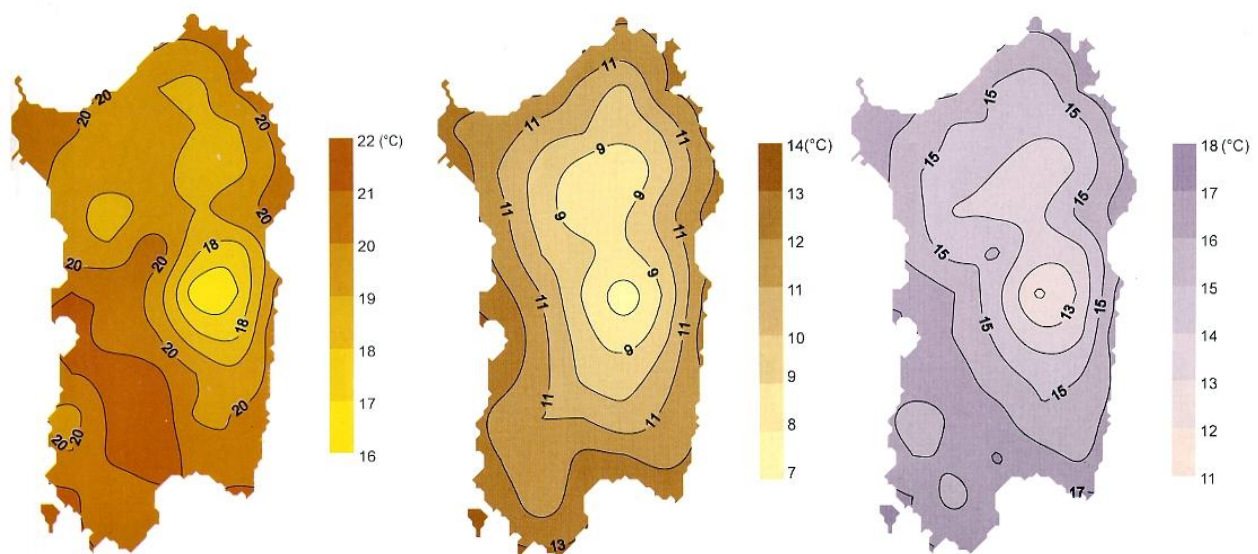


Figura 4.28 – mappa delle temperature annue massima (a sinistra), minima (al centro) e media (a destra) della Sardegna. (fonte: <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp>, nota tecnica sul clima della Sardegna, ARPAS)

4.3.2.3 Temperatura dell'acqua

Le Temperature dell'acqua (esprese in °C) raggiunte nelle stazioni mareografiche di Porto Torres e Carloforte nel periodo di tempo compreso tra il 01/01/2009 e 01/01/2014, sono state elaborate nei grafici di Figura 4.29 e Figura 4.30.

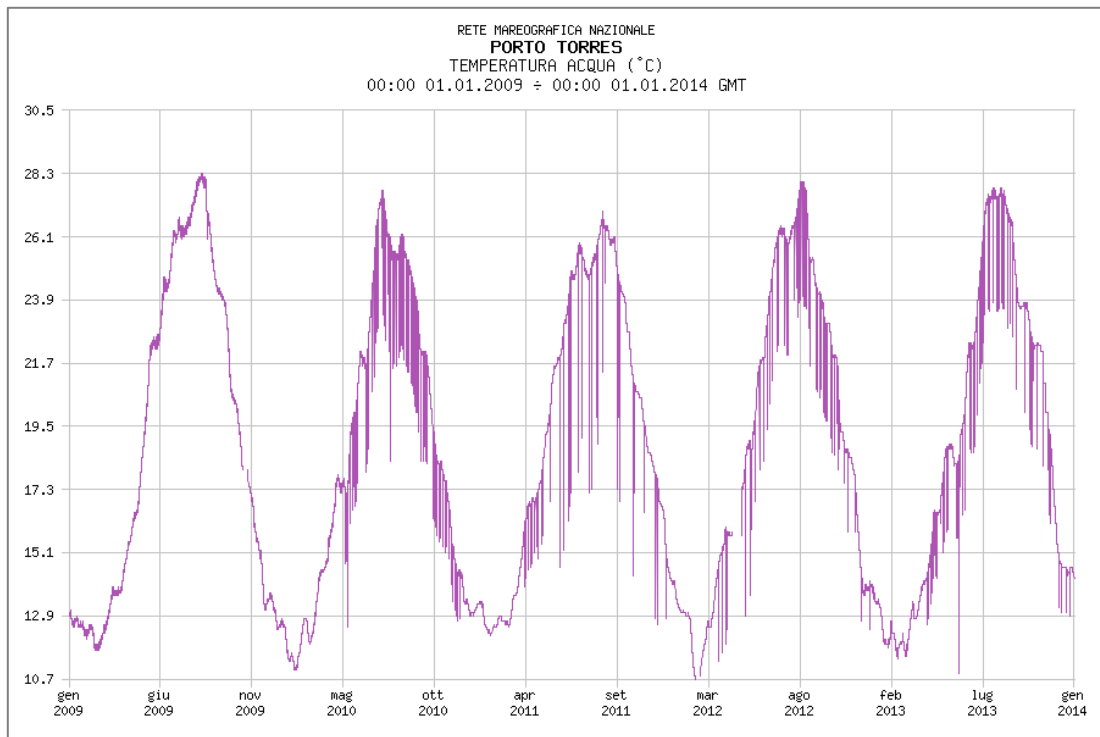


Figura 4.29 - temperatura dell'acqua nella stazione di Porto Torres, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)

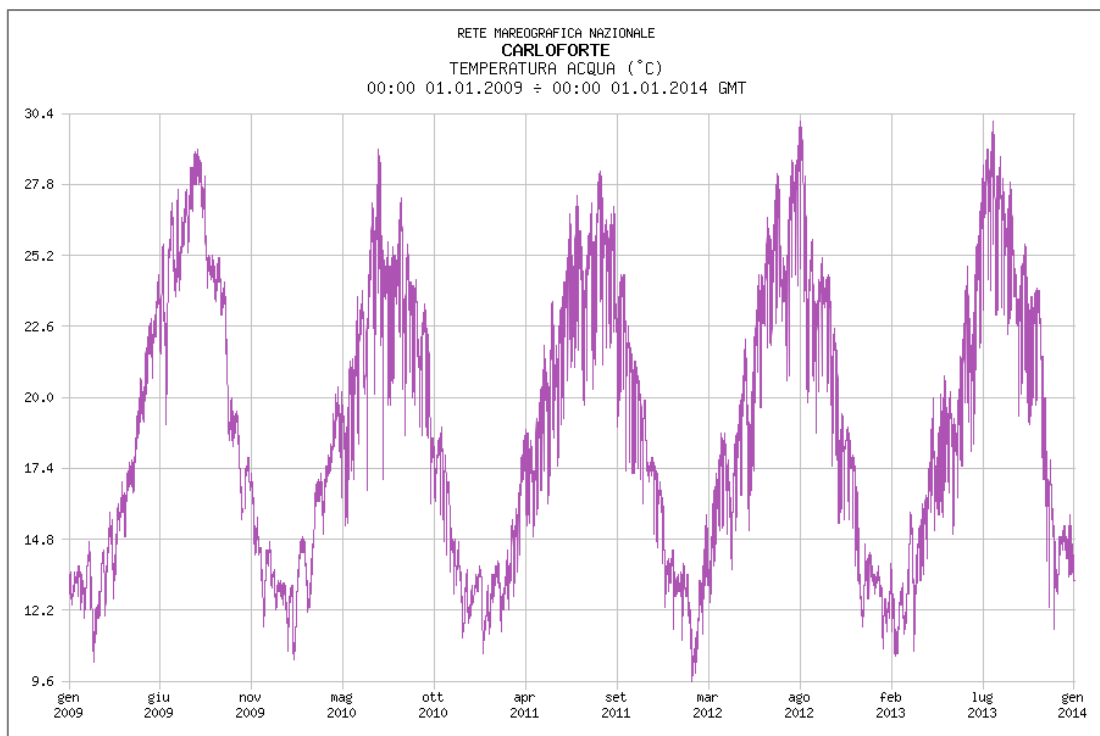


Figura 4.30 - temperatura dell'acqua nella stazione Carloforte, periodo 2009-2014 (fonte: www.mareografico.it)

La temperatura dell'acqua segue, seppur con shift meno bruschi e con valori meno elevati, un andamento molto simile a quelle dell'aria. Raggiunge i valori massimi solitamente a fine agosto (fatta eccezione per il 2010, ove la massima si verificò a fine luglio), posticipando di circa un mese le temperature massime dell'aria già viste nel sottocapitolo precedente. I valori minimi invece sono raggiunti tra la fine di gennaio e la prima metà di febbraio, contestualmente ai valori minimi della temperatura dell'aria.

Nella stazione mareografica di Porto Torres la T max dell'acqua si attesta nell'intervallo compreso tra i 27°C del 2011 e i 28.3 °C del 2009. La T min dell'acqua invece assume valori compresi tra 10.1 (nel 2012) e 12.2 (nel 2011). Il massimo contrasto stagionale relativamente alla temperatura annua dell'acqua si verificò nel 2012 (17.9°C) mentre il minimo contrasto stagionale si ebbe nel 2011 (14.8°C).

Anno	T max (°C)	Data di massima	T min (°C)	Data di minima	Escursione annua	Registrazione mancante
2009	28.3	31/08	11.7	16/02	16.6	21 e 22 novembre
2010	27.7	25/07	11	14/02	16.7	-
2011	27	28/08	12.2	05/02	14.8	-
2012	28	28/08	10.1	13/02	17.9	11 e 12 dicembre
2013	27.8	21/08	10.8	18/01	17	

Tabella 4.5 – temperatura dell'acqua nella stazione mareografica di Porto Torres nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

A Carloforte, in controtendenza con quanto visto per la temperatura dell'aria, si registrano rispetto a Porto Torres temperature dell'acqua maggiori in estate (di almeno 1-2°C) e minori in inverno. La T max oscilla tra valori di 28.3°C nel 2011 ai 30.1°C degli ultimi due anni, mentre la T min va da 9.6°C del 2012 a 10.6°C del 2011. L'anno con il maggior contrasto stagionale è il 2013 mentre quello con il minimo contrasto stagionale risulta essere il 2011 (così come a Porto Torres). Diversamente a quanto accade per la temperatura dell'aria, i picchi di T max e T min tra Porto Torres e Carloforte, seppur avvengano nello stesso mese, non risultano quasi mai contemporanei. Ne consegue che le correnti giochino un ruolo fondamentale nell'influenzare i valori di temperatura raggiunta dalle acque nelle due stazioni mareografiche.

Anno	T max (°C)	Data di massima	T min (°C)	Data di minima	Escursione annua	Registrazione mancante
2009	29.1	21/08	10.3	15/02	18.8	Alcuni giorni di Novembre
2010	29.1	17/07	10.4	13/02	18.7	-
2011	28.3	23/08	10.6	23/01	17.7	Alcuni giorni di Marzo, Aprile
2012	30.1	20/08	9.6	07/02	20.5	Alcuni giorni di Febbraio, Aprile, Maggio
2013	30.1	05/08	10.5	10/02	19.6	Alcuni giorni di Novembre

Tabella 4.6 – temperatura dell'acqua nella stazione mareografica di Carloforte nel periodo 2009-2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

4.3.3 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 stazione ondametrica più prossima all'area di studio è quella di Alghero (codice 61213), che dista dall'area in istanza circa 23.7 miglia nautiche. Essa si colloca 2 miglia nautiche al largo della costa sarda ed ha coordinate 40° 33' 11.99" N e 08° 07' 0.01" E.

Purtroppo i dati a disposizione per la stazione di Alghero arrivano fino ad aprile 2008; i dati di seguito riportati dunque si riferiscono all'intero anno 2007 (Figura 4.31).

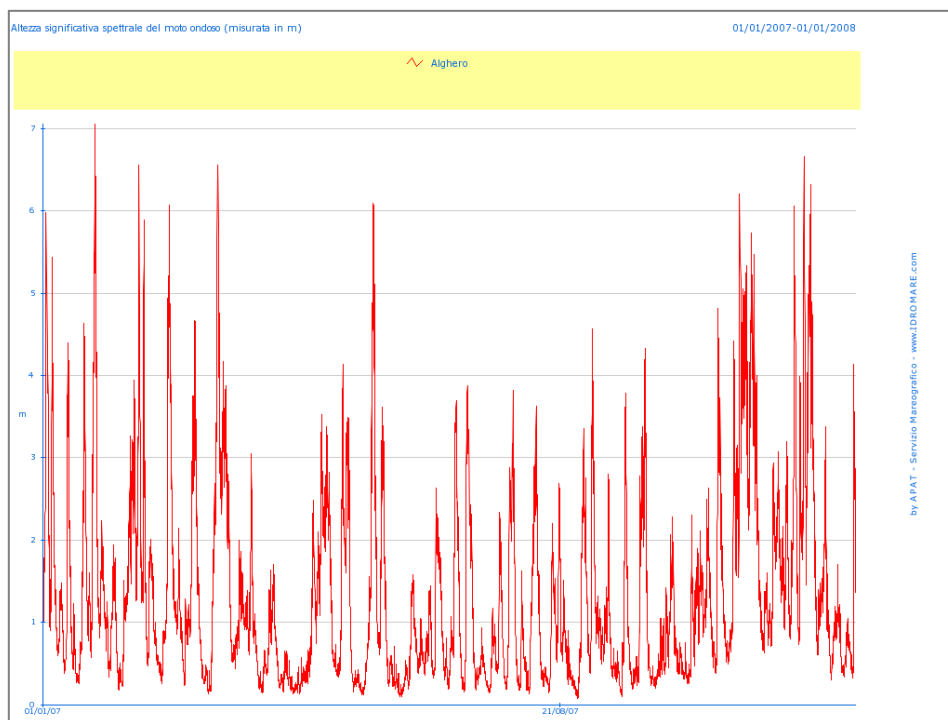


Figura 4.31 – grafico dell'altezza spettrale del moto ondoso (in metri) misurata nella boa RON di Alghero nel corso del 2007 (fonte dei dati: www.idromare.it)

Gli eventi significativi verificatisi nel corso del 2007 si aggirano attorno ad altezze da 5 a 6 m; normalmente avvengono in inverno (dicembre-febbraio) ed in autunno (novembre), con un evento isolato a maggio. Il picco massimo raggiunto tocca i 7.07 m e si è verificato il 24 gennaio; altri picchi significativi che superano i 6.5 m si sono verificati il 20 marzo e l'8 dicembre. In estate, raramente l'altezza spettrale del moto ondoso supera i 4 metri di altezza.

In Figura 4.32 è riportato un diagramma circolare con direzione media di provenienza del moto ondoso nella boa di Alghero per un periodo di cinque anni compreso tra il 2003 e il 2007 (dati più recenti non sono disponibili). Dal grafico si evince che la direzione prevalente di provenienza del moto ondoso è il quadrante di nordovest (tra i 285° e 315° N) e che l'altezza media delle onde è inferiore ai 3 metri. Generalmente, il moto ondoso proviene dal settore compreso tra SW e NW, mentre i contributi dal settore orientale (ove si localizza la costa sarda) sono pressochè assenti.

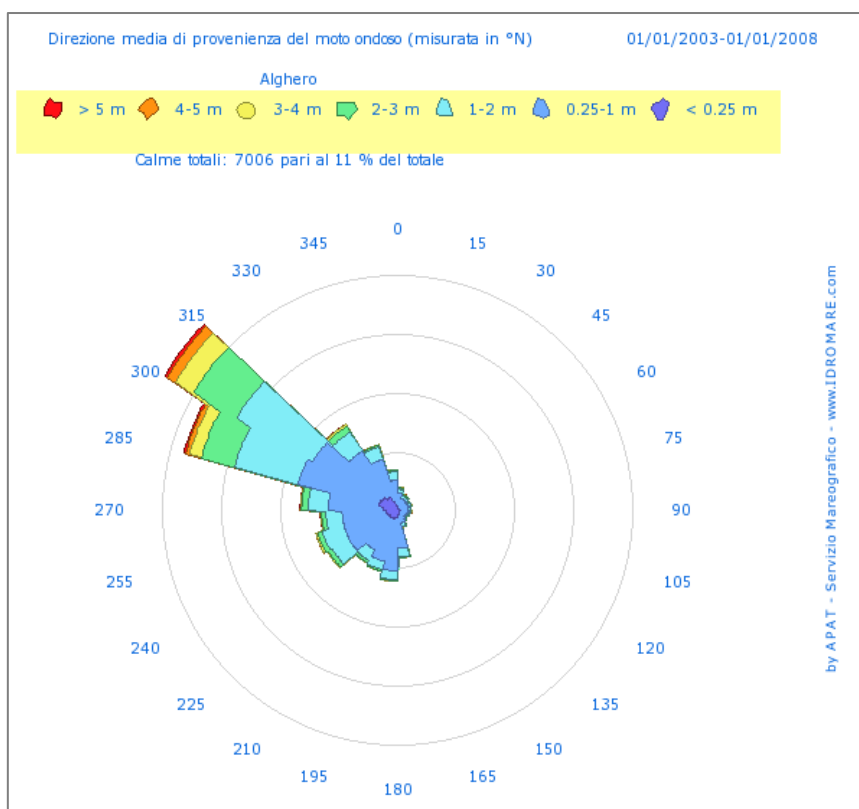


Figura 4.32 – grafico del clima ondoso nella boa ondometrica di Alghero (fonte dei dati: www.idromare.it)

4.3.4 Salinità

Il mar Mediterraneo è un bacino semichiuso caratterizzato da una forte evaporazione e 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 nel tratto del mar di Sardegna e mar di Corsica in cui sarà realizzata l'attività di prospezione geofisica sono caratterizzate da valori medio-alti, che attualmente si aggirano attorno ai 38 psu (*Practical Salinity Units*). Come si può dedurre dall'osservazione della mappa della salinità in Figura 4.33 (realizzata a cura del Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa e datata a fine marzo 2014), nelle acque superficiali di quest'area si raggiungono salinità di 37.9-38.2 psu.

Le variazioni di salinità sono il risultato di un sistema di correnti marine che interessa l'intero bacino mediterraneo nell'ottica di un apparato dinamico costante e complesso che influenza i parametri chimico-fisici dallo stretto di Gibilterra fino alle costa libanesi. La differenza di salinità regola le dinamiche delle masse d'acqua all'interno dell'intero bacino condizionandone il movimento da est a ovest; le acque oceaniche meno saline si localizzano nel mediterraneo occidentale, mentre le acque più interne, proprie di un bacino più chiuso e soggetto a maggiore evaporazione, mostrano salinità più alte.

Osservando la mappa di salinità superficiale del 25 marzo 2014 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, vedere Figura 4.33). 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.

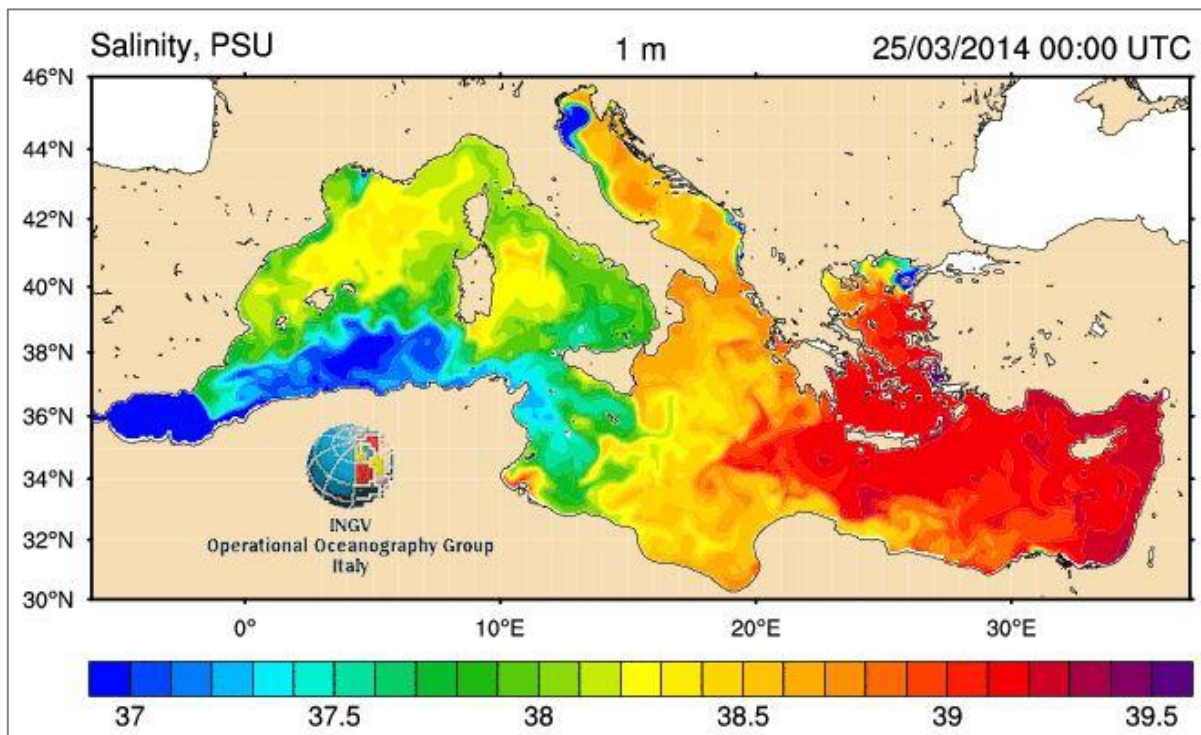


Figura 4.33 – salinità espressa in psu delle acque superficiali nel Mar Mediterraneo, in data 25/03/2013 (fonte: <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis>)

Il livello di salinità inoltre cresce con la profondità, in quanto acque più saline sono anche acque più pesanti. In

Figura 4.35 possibile osservare un transetto compreso tra l'isola di Minorca nelle Baleari e la penisola del Sinis in Sardegna, tracciato con la linea nera in Figura 4.34. I dati di salinità, espressi in psu, sono stati ricavati dal sito <http://www.seaforecast.cnr.it/> e si riferiscono al 01 aprile 2014. Come pare evidente in figura, alla profondità di 300 metri il settore occidentale del Mare delle Baleari – Mar di Sardegna raggiunge salinità comprese tra 38.4 e 38.5 psu, in zona centrale supera i 38.5 psu, mentre nel settore più orientale in prossimità della Sardegna supera la soglia di 38.6 psu. Al di sotto dei 750 m di profondità circa la salinità in questo transetto di Mediterraneo Centrale si attesta attorno ai 38.5 psu.

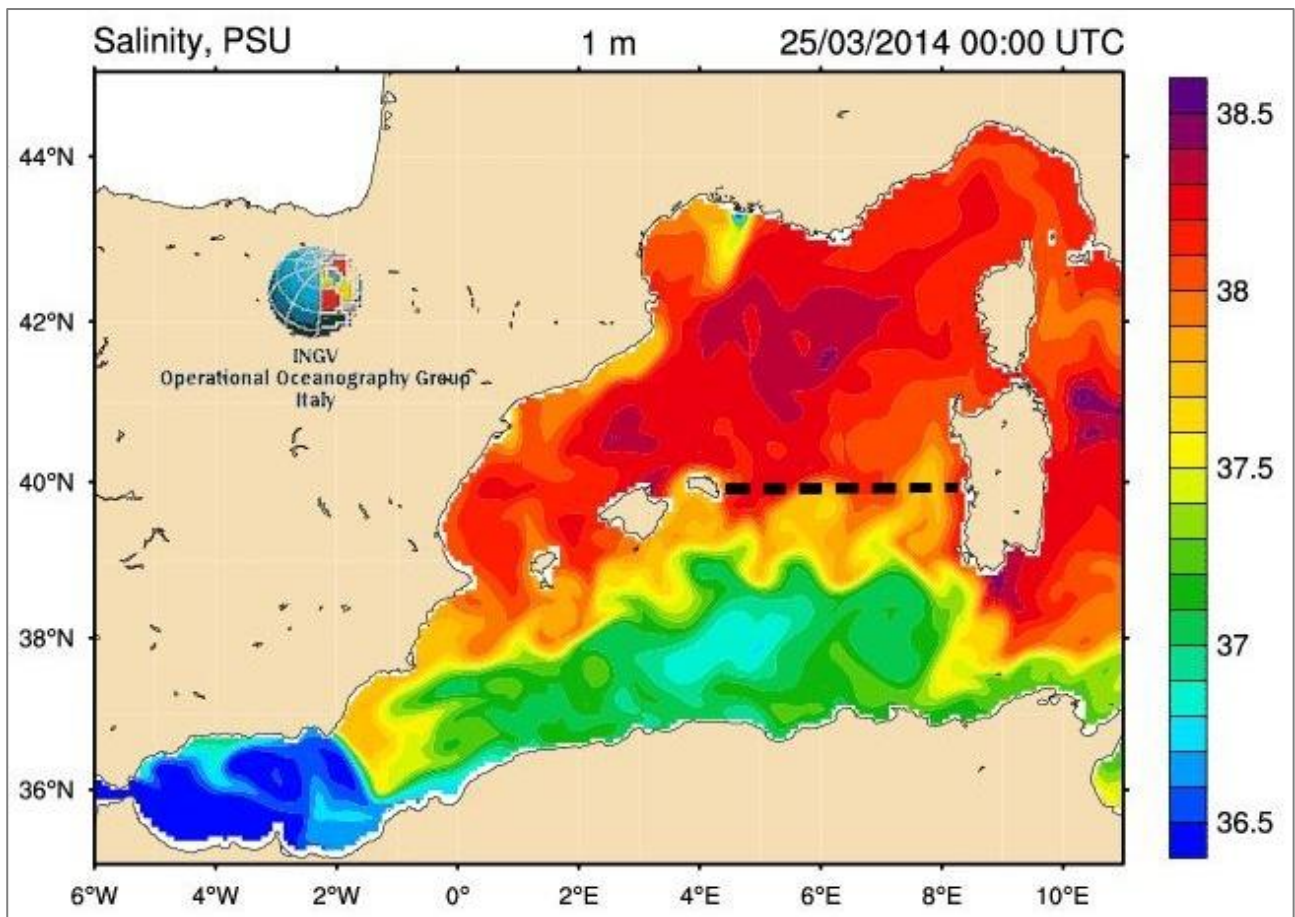


Figura 4.34 – salinità superficiale nel Mediterraneo Occidentale in data 25/03/2014 (fonte: <http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis>, modificata)

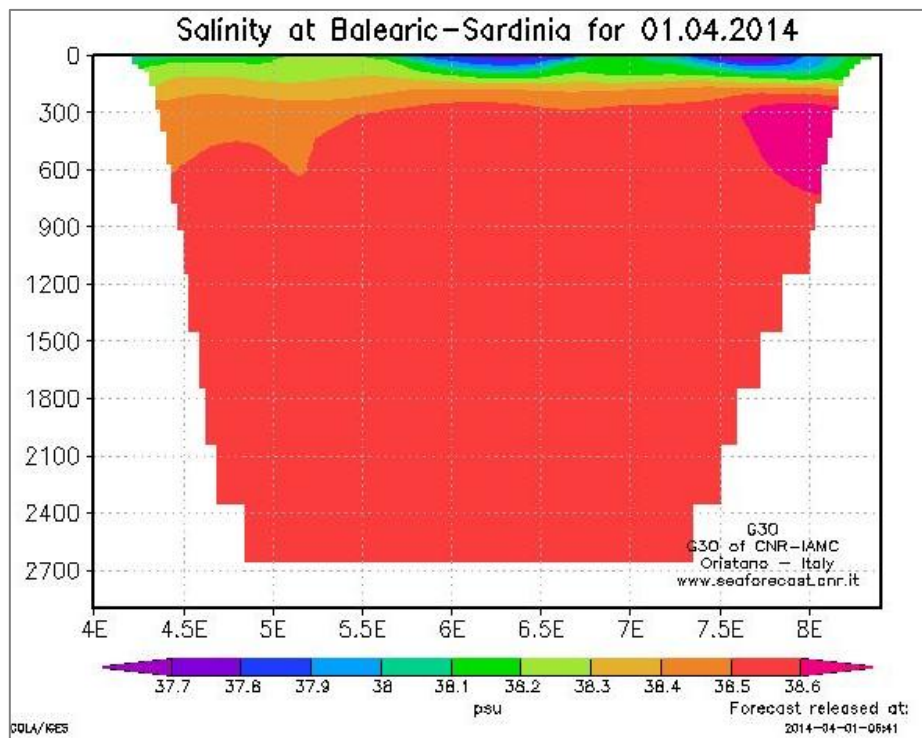


Figura 4.35 – sezione che mostra la variazione di salinità nel transetto tra Sardegna e le isole Baleari, al 01/04/2014 (fonte: <http://www.seaforecast.cnr.it/en/section.php?domain=WMED>)

4.3.5 Venti

Le informazioni riguardanti i venti prevalenti sono state reperite nelle due stazioni mareografiche di Porto Torres e di Carloforte, già descritte nel paragrafo relativo ai dati meteomarini. 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) (www.mareografico.it).

Di seguito (Figura 4.36) sono riportate le rose dei venti relative al quinquennio compreso tra il 01/01/2009 e il 10/01/2014; questi grafici circolari riportano la frequenza e le direzioni di provenienza, nonché l'intervallo di velocità suddiviso per colore.

A Porto Torres, la stragrande maggioranza dei venti proviene da Mezzogiorno ed è caratterizzata da basse velocità, di norma comprese tra 2 e 4 m/s. Secondariamente, sono rappresentate anche le classi da NE e da SSW, caratterizzate da velocità variabili, e le classi da W e da WNW, caratterizzate da velocità maggiori, che spesso si aggirano tra i 6 e i 12 m/s e talvolta superano i 12 m/s. Gli apporti dal quadrante di SE sono praticamente assenti.

A Carloforte la maggior frequenza dei venti proviene da NNW e secondariamente da N e da NW. Contributi molto più bassi provengono anche da SSW e da WNW. Tra i venti dominanti sono ben rappresentate tutte le classi di velocità (1-2 m/s, 2-4 m/s, 4-6 m/s e 6-12 m/s); velocità superiori ai 12 m/s invece non si verificano praticamente mai.

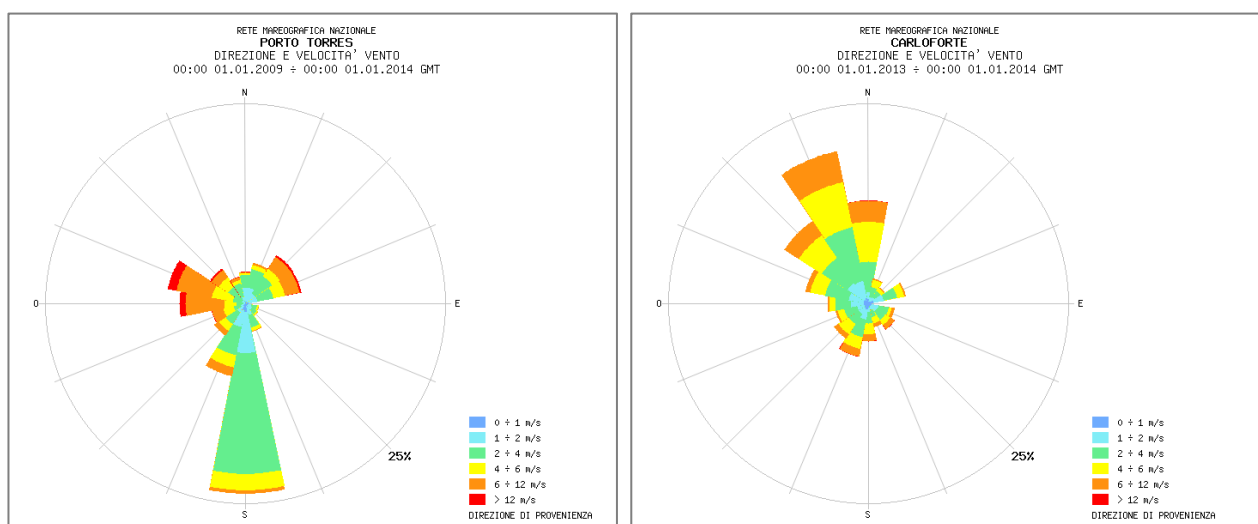


Figura 4.36 – A sinistra: rosa dei venti a Porto Torres nel periodo tra il 2009 e il 2013. A destra: rosa dei venti a Carloforte nel periodo tra il 2009 e il 2013 (fonte dei dati: www.mareografico.it)

La prevalenza dei venti da sud a Porto Torres trova conferma nell'arco di tutto l'anno, anche a livello stagionale. La famiglia di venti forti da W, così come quella da SSW, si concentra nei mesi invernali e primaverili, mentre quella da NE è maggiormente supportata in estate ed autunno.

A Carloforte, la famiglia dominante nel quadrante da N a NW è ben supportata durante tutto l'anno. In particolare, è l'unica direzione dei venti estivi ed autunnali. In autunno, a questa classe da N-NW si aggiungono anche venti da ENE e da SE. L'inverno è caratterizzato da un range di direzioni più ampio, da NNW a SSW, con massima frequenza a NW.

Grafici stagionali per le stazioni di Porto Torres e Carloforte sono riportati nelle immagini da Figura 4.37 a Figura 4.40. Per comodità sono considerati invernali i mesi gennaio-marzo, primaverili i mesi aprile-giugno, estivi i mesi luglio-settembre, autunnali i mesi ottobre-dicembre.

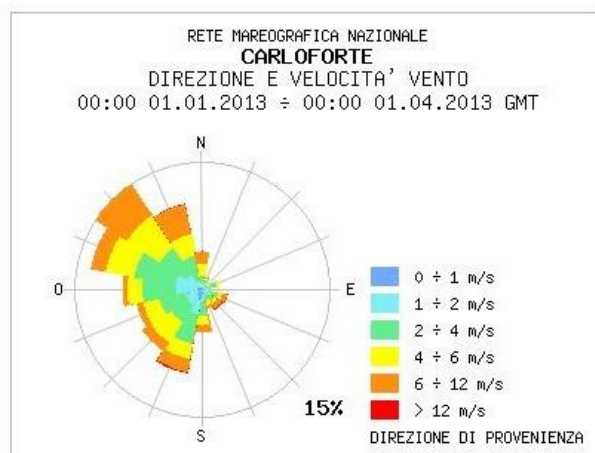
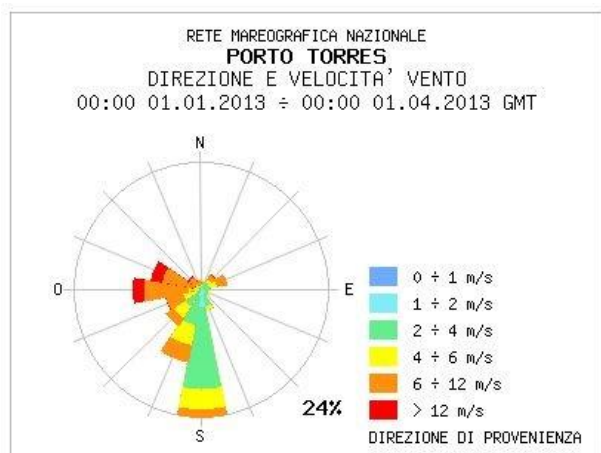


Figura 4.37 – rose dei venti per la stagione invernale (da gennaio a marzo) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)

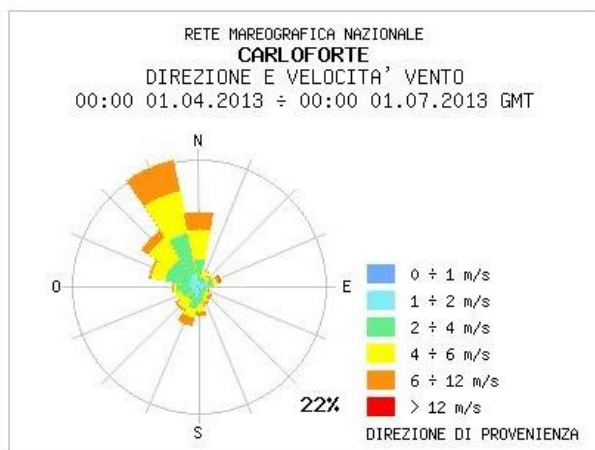
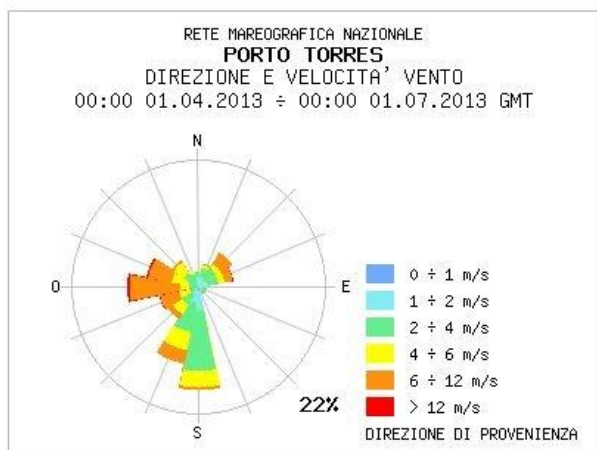


Figura 4.38 – rose dei venti per la stagione primaverile (da aprile a giugno) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)

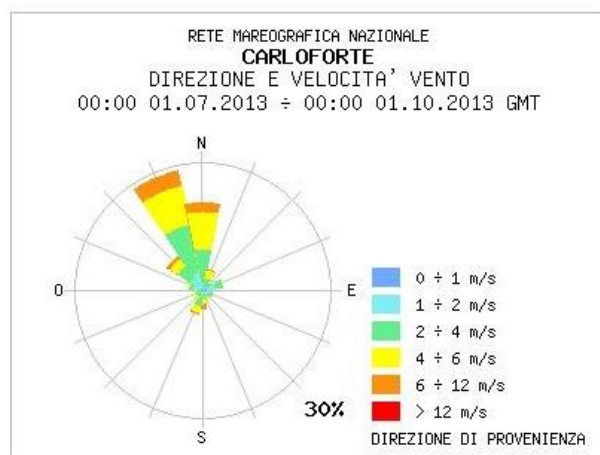
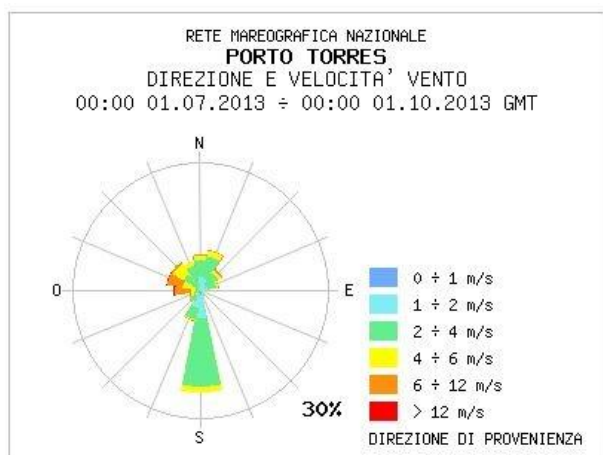


Figura 4.39 – rose dei venti per la stagione estiva (da luglio a settembre) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)

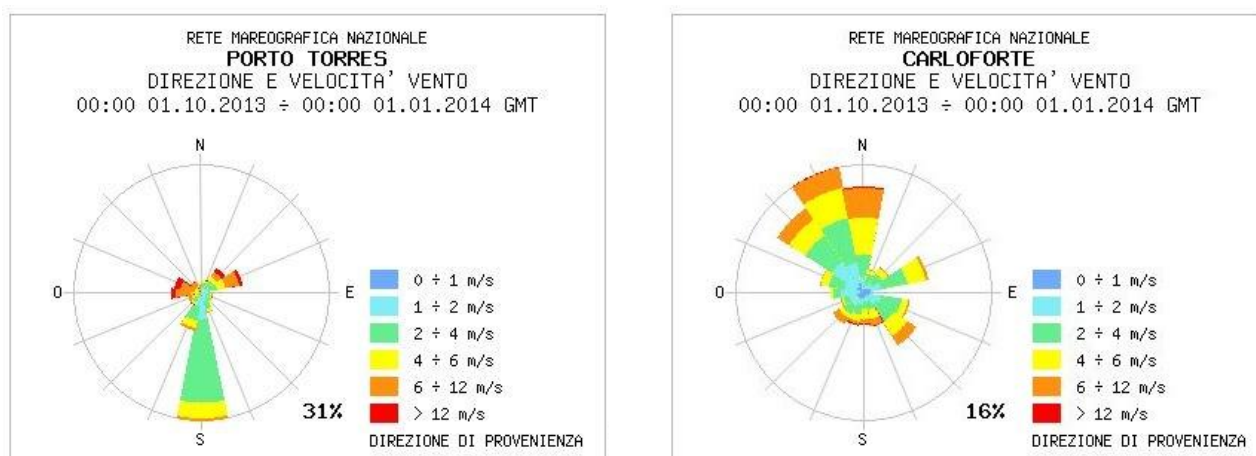


Figura 4.40 – rose dei venti per la stagione autunnale (da ottobre a dicembre) dell'anno 2013 nelle stazioni mareografiche di Porto Torres (a sinistra) e di Carloforte (a destra) (fonte dei dati: www.mareografico.it)

4.3.6 Correnti marine

Come già accennato nel capitolo della Salinità, il Mediterraneo è un bacino semichiuso a forte concentrazione e un relativamente scarso apporto fluviale, condizioni che lo rendono, specialmente in inverno a causa della forte evaporazione, in deficit idrico. Tale scompenso viene contrastato maggiormente dall'oceano Atlantico grazie all'apporto di ingenti masse d'acqua che entrano attraverso lo Stretto di Gibilterra, provocando forti correnti durante tutto l'anno.

Le correnti così generate, che interessano soprattutto le acque superficiali, si muovono verso est per effetto della forza di Coriolis, costeggiano le coste settentrionali dell'Africa, per poi ramificarsi. Una parte entra nel Tirreno, risale per il mar Ligure e si chiude lungo le coste franco-spagnole nel Mediterraneo occidentale, un'altra parte attraversa la soglia costituita dallo Stretto di Sicilia e dal Canale di Malta ed entra nel Mediterraneo Centrale e nel Bacino di Levante, dove procede costeggiando il litorale nordafricano e risale per la Siria in direzione della Turchia. In questo modo s'instaura una circolazione ciclonica (antioraria) sia nel Mediterraneo Occidentale che nel Mediterraneo Orientale (Bacino di Levante), cui si aggiungono a diversi sistemi a circolazione parzialmente chiusa, o "gyre" dove l'acqua assume localmente un moto rotatorio dato dall'interazione tra correnti, venti dominanti e forma del bacino (ad esempio nel Tirreno o nel Golfo di Sirte). Eccezion fatta per la corrente stabile lungo la costa africana, le altre correnti sono molto variabili e considerevolmente influenzate da direzione e forza del vento e da situazioni locali.

La circolazione nel Mediterraneo è descritta in via schematica come una cella termoalina aperta, sovrapposta a due celle secondarie costituite dai due sottobacini Orientale ed Occidentale (Lascazatos, 1999, Figura 4.41). 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 sottocelle invece sono costituite dalla trasformazione delle acque superficiali ed intermedie in acque profonde *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 (Stretto di Gibilterra e di Sicilia; Phillips, 1966).

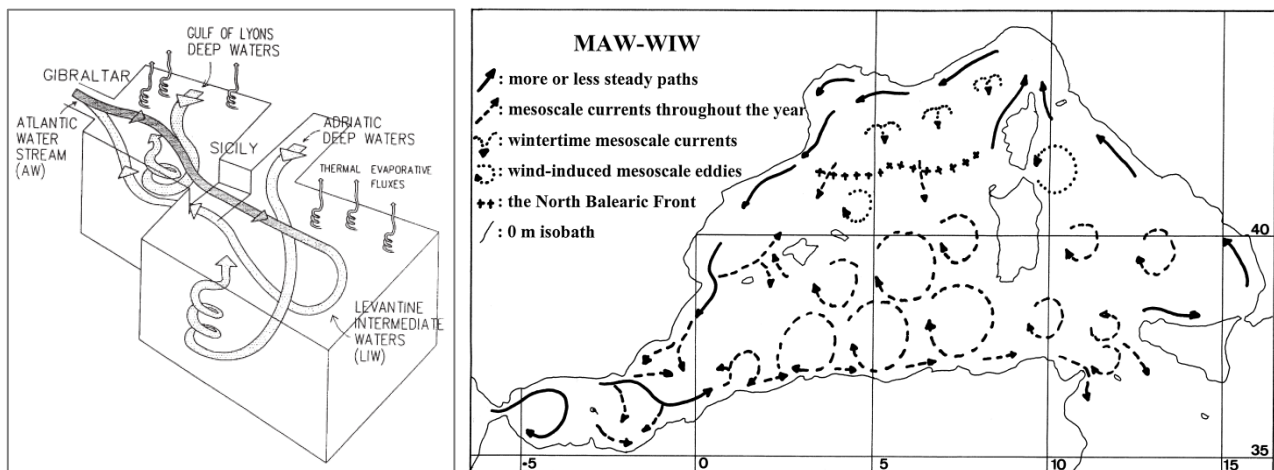


Figura 4.41 – A sinistra: rappresentazione schematica della circolazione termolinale nel Mediterraneo (fonte: Lascaratos, 1999). A destra: Circolazione della Modified Atlantic Water MAW e della Winter Intermediate Water (WIW) (fonte: Millot, 1999)

Le acque superficiali o Modified Atlantic Waters (MAW) costituiscono la porzione più superficiale delle acque mediterranee, dello spessore di 100-200 m. Esse sono caratterizzate da incremento di salinità da circa 36.5 psu a Gibilterra fino a 38.0-38.3 psu nel settore nord del Mediterraneo Occidentale, dovuto a mixing e ad evaporazione, nonché da una temperatura media, al di sotto del layer di mescolamento, di circa 14-15 °C (Millot, 1999). Spesso la MAW nel mare delle Baleari e nel Golfo di Lione si trova “accoppiata” con la cosiddetta *Winter Intermediate Water* (WIW; Salat e Font, 1987), generata da eventi di cooling invernale non seguito da intenso mixing con i livelli sottostanti. La WIW segue in parte il percorso della soprastante MAW, ed è responsabile di una parte del raffreddamento che trasforma le acque di derivazione oceanica in acque mediterranee, più dense, che procedendo verso il bacino di levante risultano maggiormente miscibili con le acque intermedie (Millot, 1999).

Le acque intermedie levantine (LIW) si localizzano a profondità del bacino generalmente comprese tra i 200 m ed i 500 m, e si generano nella gira ciclonica permanente al largo dell’isola di Rodi, nel settore nordoccidentale del bacino di Levante (Ovchinnikov, 1984; Malanotte-Rizzoli e Hecht, 1988; Lascaratos et al., 1993). Durante l’estate, i layer superficiali del mar di Levante sono occupati da masse di acqua calda e salata (*Levantine surface water – LSW*), che si miscelano con le sottostanti acque più fredde durante l’inverno. Il mixing profondo dovuto alla presenza di circolazione ciclonica è molto simile a quello che avviene nel Golfo di Lione e nell’Adriatico Meridionale, ove si verifica la nascita di acque fredde pesanti (Lascaratos, 1999). Nel Canale di Sardegna, un forte mixing tra una parte della LIW e le acque del bacino algerino e del mar Tirreno origina quelle denominate da Millot (1999) TDW ossia *Tyrrhenian Dense Water*, che seguono all’incirca il percorso della LIW (Figura 4.42).

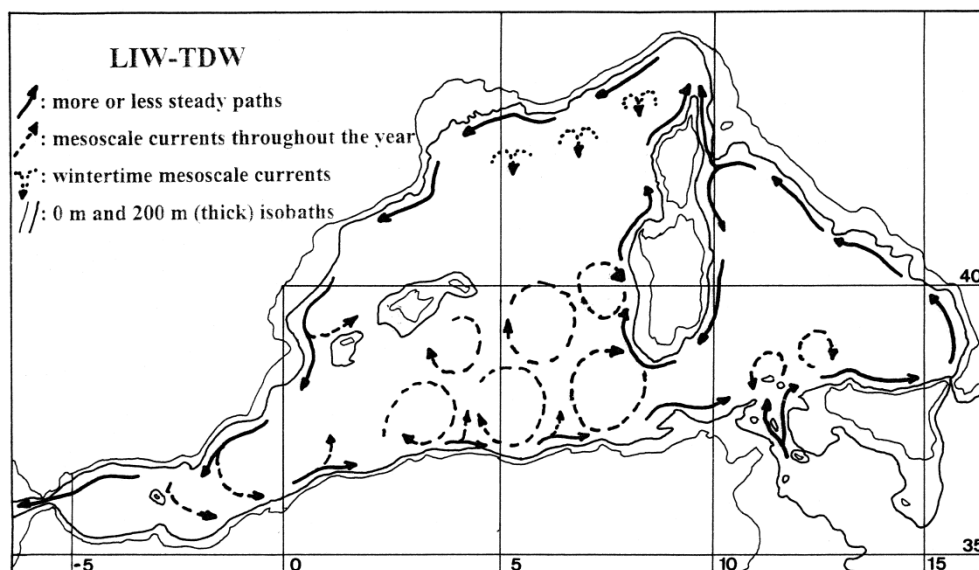


Figura 4.42 - Circolazione della LIW e della TDW nel Mediterraneo Occidentale (fonte: Millot, 1999).

Le acque profonde del Mediterraneo Occidentale (WMDW, Figura 4.43) si originano nel Golfo di Lione durante l'inverno, ad opera di un eccessivo raffreddamento e dell'evaporazione. La loro formazione si verifica soprattutto durante eventi forti di Maestrale (venti secchi e freddi da nord) che persistono per alcuni giorni, durante i quali si assiste ad una perdita di calore che può superare i 1.000 W/m^2 (Lascaratos, 1999).

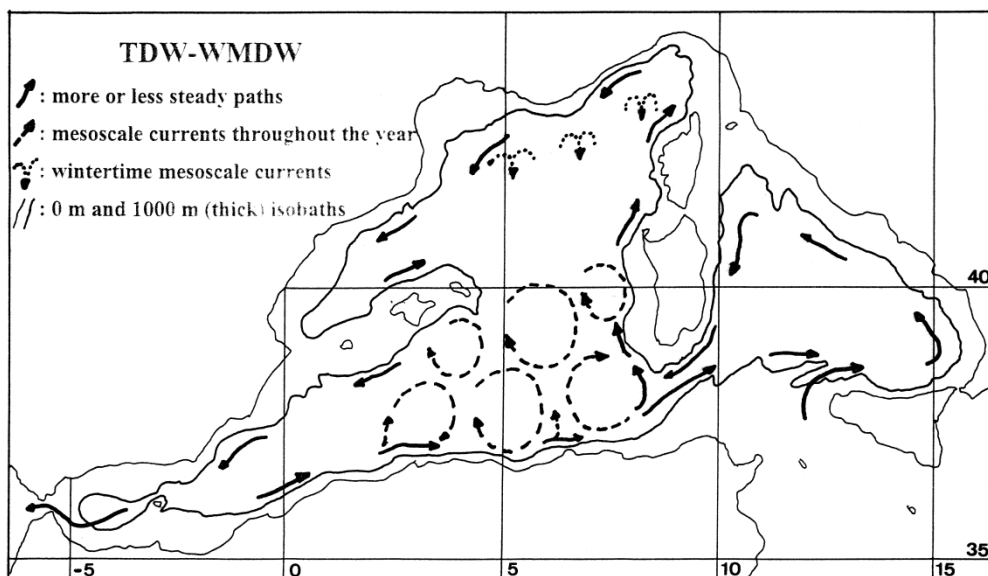


Figura 4.43 - Circolazione della TDW e della WMDW nel Mediterraneo Occidentale (fonte: Millot, 1999).

Il tratto di mare compreso tra la Sicilia e la Sardegna costituisce una zona chiave per la dinamica della circolazione tra il bacino occidentale e quello orientale del Mediterraneo.

Le masse d'acqua superficiali attorno alla Sardegna circolano soprattutto grazie all'azione della vena atlantica AW che alimenta la corrente Algerina (Ribotti et al., 2004), la quale scorre verso est lungo la scarpata continentale africana. Alla corrente algerina spesso sono associati vortici di varie dimensioni, spesso anticiclonici, costituiti esclusivamente da acque AW e caratterizzati da durate variabili. Alcuni di essi possono raggiungere diametro di 100-200 km e possono interessare l'intera colonna d'acqua fino a 3000 m di profondità. Spesso hanno durata molto lunga e vanno alla deriva dalla costa algerina concentrandosi nel

mar delle Baleari ad ovest della Sardegna, per poi essere convogliati a causa della topografia del Canale di Sardegna. L'avanzamento verso est di questi vortici di mare aperto è limitata da tale topografia, che li costringe a muovere verso nord per poi girare verso ovest e infine ritornare nel bacino algerino. Tali vortici sono tra i principali contribuenti all'instabilità del flusso di corrente nel settore di Mediterraneo ad ovest di Sardegna e Corsica.

La corrente atlantica di derivazione africana che attraversa il Canale di Sardegna si ramifica: una parte entra nel Canale di Sicilia, una parte entra nel Tirreno meridionale. Quest'ultima circola lungo le coste settentrionali della Sicilia con senso ciclonico, risale lungo le coste italiane verso nord, ed in parte scende verso sud lungo le coste orientali di Corsica e Sardegna.

Le acque intermedie e profonde sono costituite dall'acqua intermedia levantina (LIW) e da una frazione dell'acqua profonda levantina (EMDW). Tali acque entrano nel Tirreno dallo Stretto di Sicilia e instaura un percorso ciclonico localizzato a profondità tra 200 e 600 m. Una parte della LIW scorre verso sud lungo le coste della Corsica e della Sardegna e si mescola con l'acqua profonda tirrenica (TDW) che con la LIW esce in direzione del Canale di Sardegna (Millot, 1999). In Sardegna sudoccidentale, le acque intermedie che fluiscono verso nord parallelamente alla scarpata sarda e corsa, mostrano variazioni di percorso da sud a nord a causa dell'interazione con i vortici generati dalla corrente superficiale algerina. (fonte: Follesa et al., 2011, Figura 4.44).

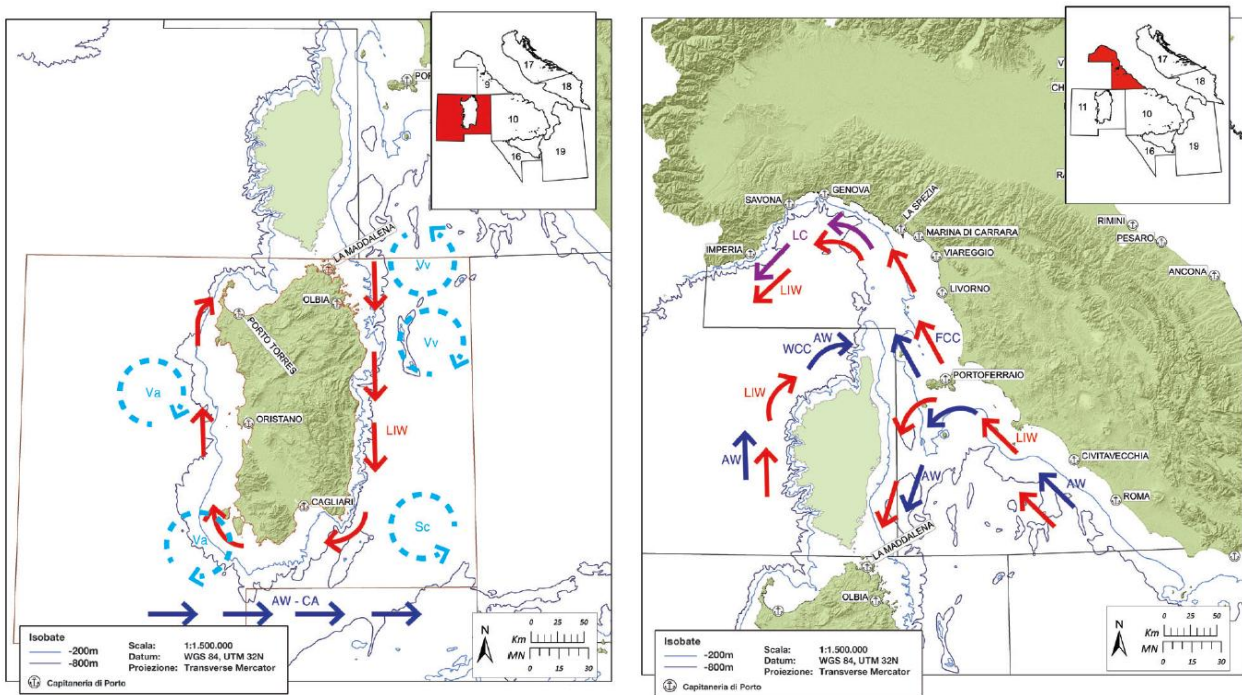


Figura 4.44 – Circolazione nella GSA 11 (a sinistra) e GSA 9 (a destra). AW: Acque superficiali di origine atlantica; LIW: acque intermedie levantine; LC: corrente ligure; WCC: corrente occidentale della Corsica, FCC: Corrente orientale della Corsica, di origine atlantica. Va: vortici anticiclonici; VV: vortici da vento; SC: Struttura ciclonica della Sardegna orientale; AW-CA: corrente algerina di acqua atlantica (fonte: Stato della pesca e acquacoltura nei mari italiani, modificata da dati IAMC-CNR Oristano elaborati da A. Olita)

In Figura 4.46 e in Figura 4.46 sono mostrate le correnti superficiali del Mediterraneo Centrale, datate al 01 e 02 aprile 2014, ricavate dal sito internet del Gruppo di Oceanografia Operativa di Oristano (<http://www.seaforecast.cnr.it>).

L'area oggetto di prospezione è interessata, nel suo settore meridionale, da correnti verso nord e nord-est che si muovono in direzione delle coste nordoccidentali della Sardegna; la corrente che giunge sulle coste tra l'Asinara e Capo Caccia poi si ramifica: una parte discende verso sud ed una parte procede in direzione nord-est lungo le coste sarde in direzione delle Bocche di Bonifacio e della Corsica. Il settore più a nord dell'area in istanza di prospezione invece può essere interessato da corrente che si muove verso nord-est oppure verso est, in direzione della Corsica. Si tratta in ogni caso di correnti poco intense, che non superano velocità di 0,21 m/s.

Molto evidenti risultano, inoltre, i vortici generati dalla corrente superficiale algerina nel settore meridionale del Mare di Sardegna e nel Canale di Sardegna.

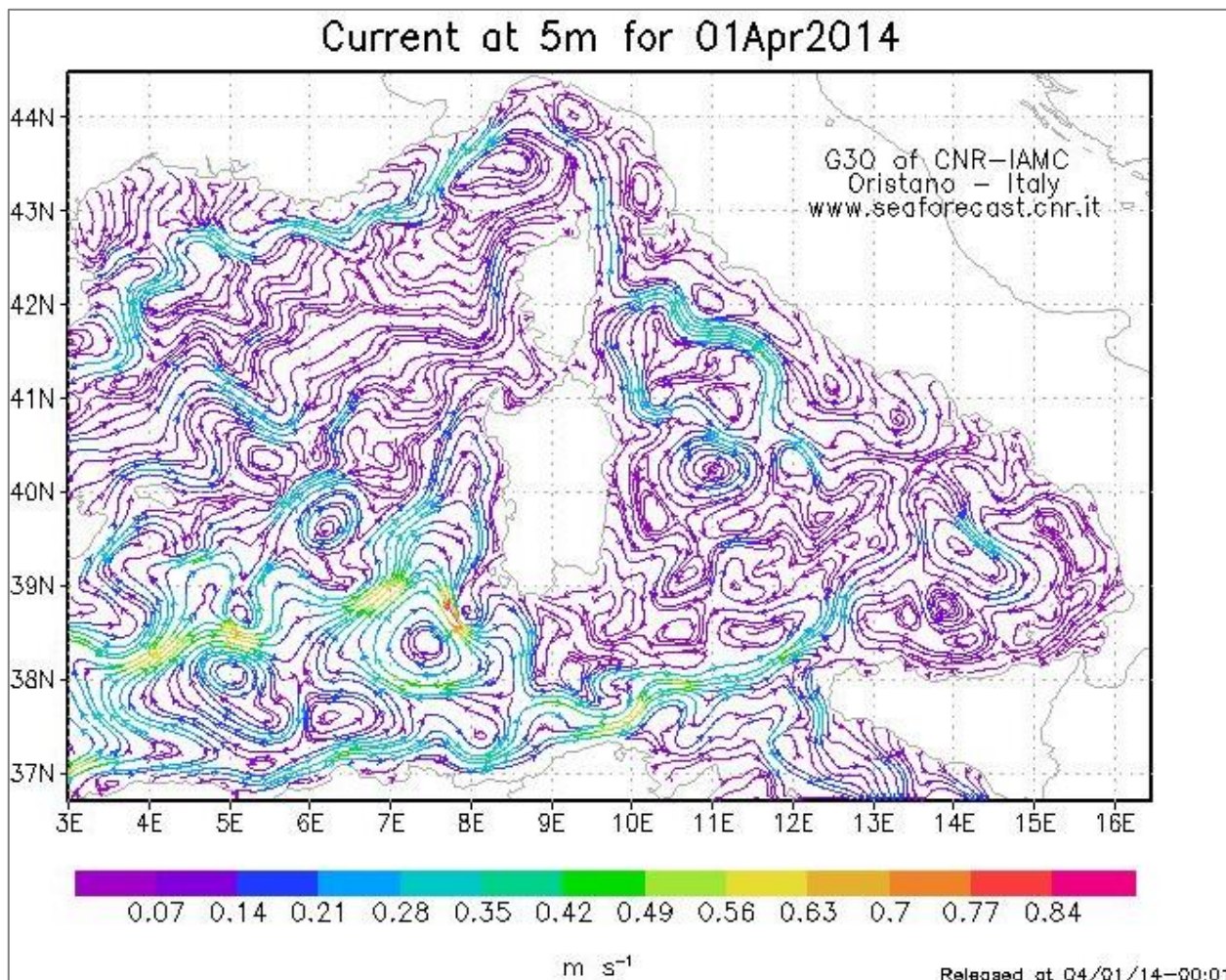


Figura 4.45 - correnti nei primi 5 m nel Mediterraneo centrale, previsioni per 1 e 2 aprile 2014 (fonte: <http://www.seaforecast.cnr.it>)

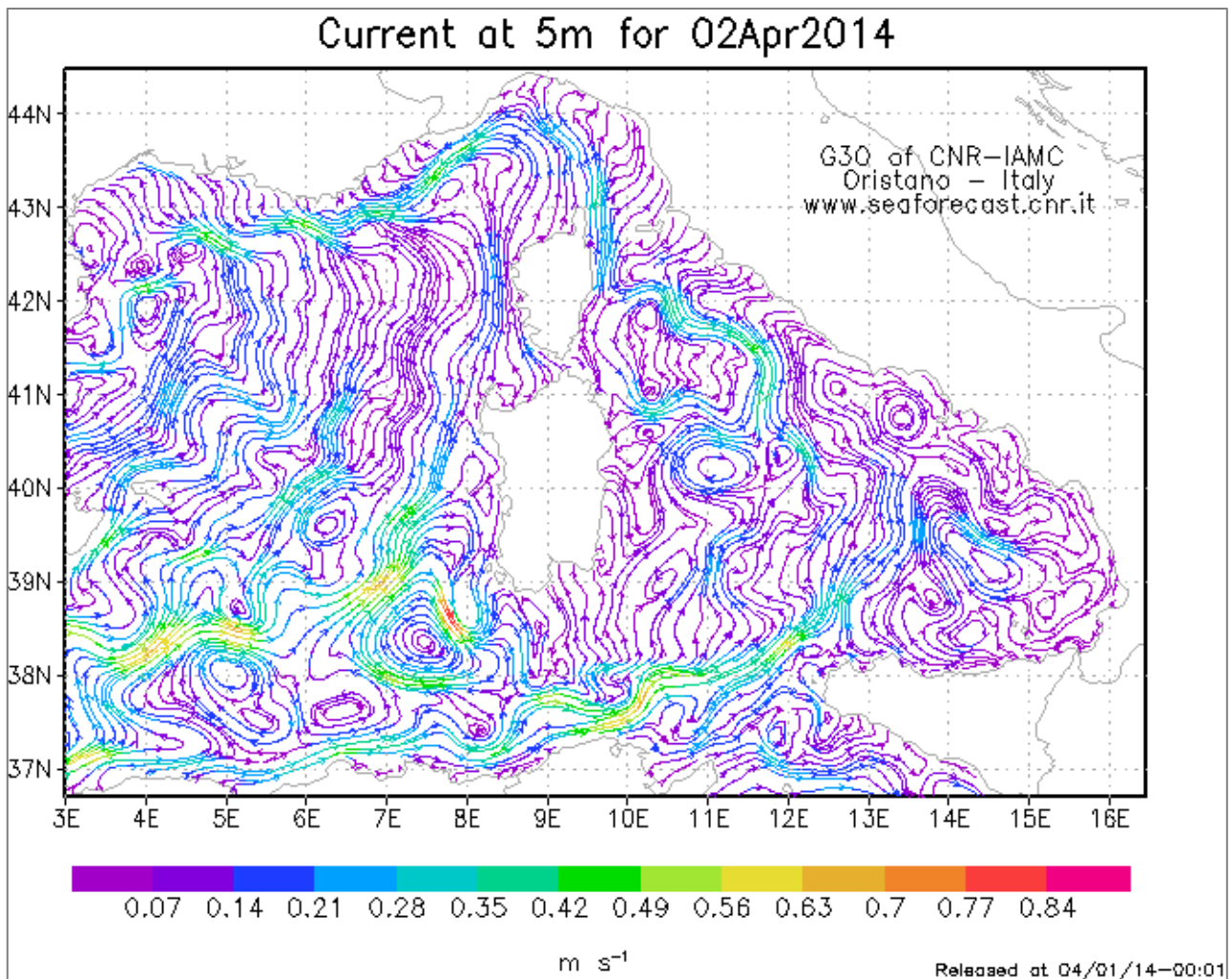


Figura 4.46 – correnti nei primi 5 m nel Mediterraneo centrale, previsioni per 1 e 2 aprile 2014 (fonte: <http://www.seaforecast.cnr.it>)

4.4 Flora e fauna

4.4.1 Plancton

Il termine plancton indica la totalità degli organismi viventi nella colonna d'acqua che sono trasportati passivamente dalle correnti.

A questa categoria appartengono una grande varietà di organismi, comprendendo produttori primari appartenenti a diversi taxa (dai procarioti agli eucarioti), organismi appartenenti a diversi livelli trofici.

Il plancton può essere suddiviso in fitoplancton, quando si considerano gli organismi autotrofi, e zooplancton per gli eterotrofi. Il termine oloplancton indica gli organismi che passano tutto il ciclo vitale nella colonna d'acqua, mentre meroplancton indica quelli che ci passano solo uno stadio del ciclo vitale.

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

- Megaplancton, 20-200cm;
- Macroplancton, 2-20cm;
- 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.

Le analisi satellitari per la concentrazione della clorofilla *a*, che funziona da stimatore della presenza di fitoplancton, mostrano che nella zona d'indagine la concentrazione di questo pigmento varia tra 0,18 $\mu\text{g l}^{-1}$ nella porzione più meridionale, e 0,27 $\mu\text{g l}^{-1}$ in quella più settentrionale (Siokou-Frangou et al., 2010), confermando che il Mediterraneo è un mare oligotrofico (Siokou-Frangou et al., 2010).

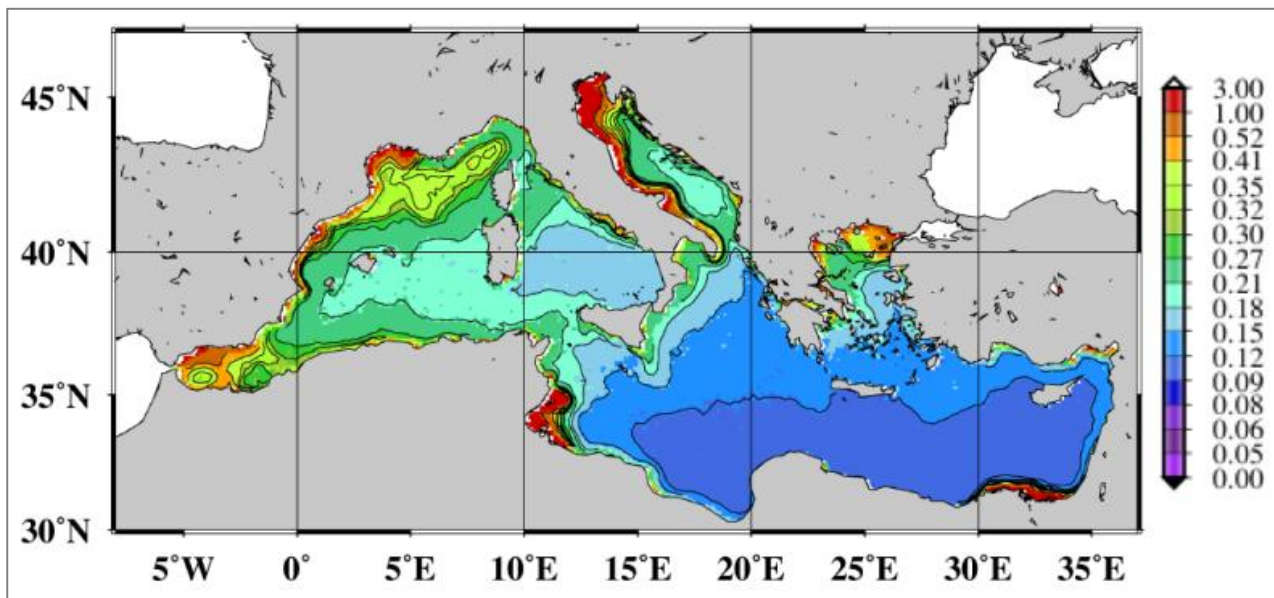


Figura 4.47 – Distribuzione spaziale della clorofilla *a* derivata da dati satellitari, come riportato da D’Ortenzio e Ribera d’Acalà (2009). Figura tratta da Siokou-Frangou et al., 2010.

Nella zona di interesse, si possono delineare due porzioni: una più a nord, con una maggior concentrazione di fitoplancton, ed una più a sud con una minore presenza dello stesso. Questa differenza nella distribuzione tra le due porzioni, viene riscontrata dagli autori anche per quanto riguarda i bloom stagionali: nella zona nord si verificano i bloom durante la stagione tardo inverno-primaverile, mentre nella porzione sud essi non avvengono.

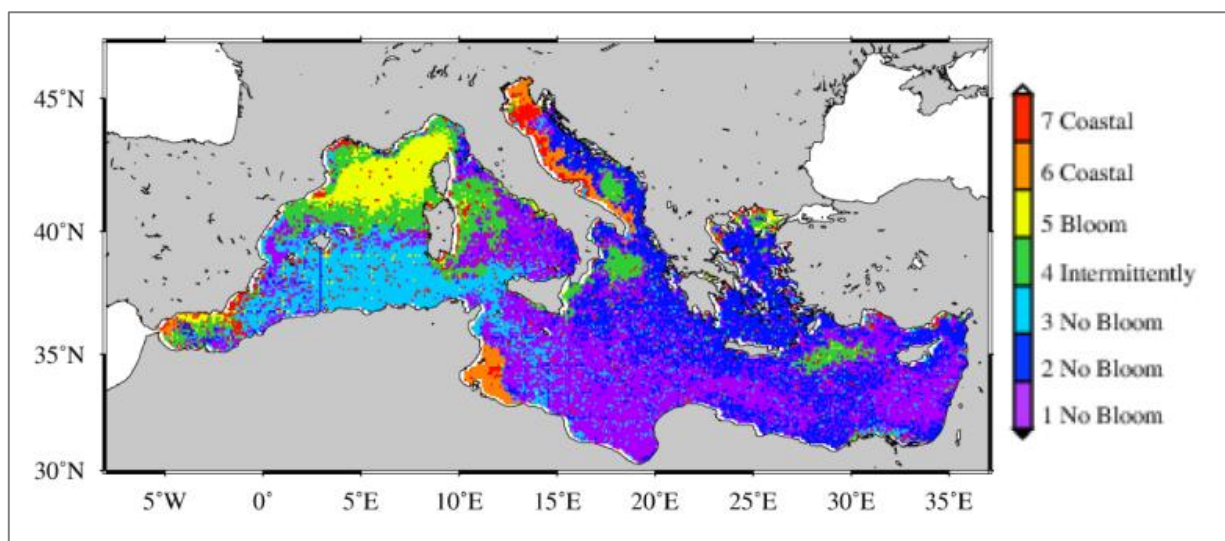


Figura 4.48 - Distribuzione spaziale delle sette bioprovince derivate dall’analisi del set di dati della clorofilla *a* (D’Ortenzio e Ribera d’Acalà, 2009). Figura tratta da Siokou-Frangou et al., 2010.

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 e quindi con dati 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.

Inoltre, per quanto riguarda la zona ovest del bacino, si è riscontrato una maggiore presenza di nanoflagellati nella porzione nord rispetto a quella sud (Barlow et al., 1997).

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 Prochlorococcus* mentre tra gli eucarioti possono essere abbondanti diatomee come *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Minidiscus*, *Skeletonema* (Siokou-Frangou et al., 2010).

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

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

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

Il mesozooplancton, oltre a mostrare una grande variabilità locale (Nival et al., 1975), presenta anche una diminuzione in abbondanza nella direzione ovest-est (Dolan et al., 2002; Siokou-Frangou, 2004).

In mare aperto, il maggior quantitativo di mesozooplancton si riscontra nei primi 100 metri di profondità con una conseguente diminuzione netta negli strati sottostanti (Scotto di Carlo et al., 1984; Weikert and Trinkaus, 1990; Mazzocchi et al., 1997).

Similmente a quanto accade nell'oceano, è presente una migrazione giornaliera del mesozooplancton dagli strati inferiori verso quelli superiori durante la notte (Weikert and Trinkaus, 1990; Andersen et al., 2001b; Raybaud et al., 2008), ma nel Mediterraneo questa migrazione non comporta una differenza significativa nella composizione in specie dello stock (Mazzocchi et al., 1997; Ramfos et al., 2006; Raybaud et al., 2008).

Lo zooplancton in mare aperto mostra una variabilità stagionale piuttosto limitata rispetto a quello costiero, con picchi in tardo inverno-inizio primavera (Scotto di Carlo et al., 1984; Fernandez de Puelles et al., 2003).

A livello di bacino, i copepodi di media grandezza (200-500 μm) compongono la maggior parte del mesozooplancton, sia in termini numerici che di biomassa. Per questo motivo nel bacino occidentale, spesso la variabilità stagionale del plankton è associata alla variabilità dei copepodi.

Tra questi si possono ritrovare nello strato epipelagico i calanoidi (*Clausocalanus*, *Calocalanus*, *Ctenocalanus vanus*) ed i ciclopidi (*Oithona*, *oncaeids*, *corycaeids*) (Seguin et al., 1994; Siokou-Frangou et al., 1997; Saiz et al., 1999; Andersen et al., 2001a; Youssara and Gaudy, 2001; Gaudy et al., 2003; Fernandez de Puelles et al., 2003; Mazzocchi et al., 2003; Riandey et al., 2005; Licandro and Icardi, 2009).

La maggior parte delle specie che si ritrovano nella zona neritica sono: *Clausocalanus arcuicornis*, *C. furcatus*, *Paracalanus parvus*, *Centropages typicus*, *C. chierchiae*, *Temora tylifera*, *Acartia clausi*, *Oithona helgolandica*, *O. nana*, *Euterpina acutifrons*, *Oncaeidae* and *Corycaeidae* (Gaudy, 1962, 1971, a, b, 1985).

Nella zona eufotica *C. arcuicornis*, *C. furcatus*, *P. parvus* and *C. typicus* possono rappresentare dal 75% al 95%, mentre *Calanus minor*, *Pleuromamma*, *Oncaeidae*, *Corycaeidae*, *Microsetellidae*, *Euchaetidae*, *Candacidae*, *Sapphiriniidae* sono caratteristici della zona oceanica (Gaudy, 1985).

Il Gruppo dei Cladoceri generalmente è il secondo per importanza, contribuendo per un 19% alla diversità soprattutto nei periodi estivi (Rodriguez Martinez, 1979). Tra questi la classe degli Ostracodi, mostra un incremento in abbondanza passando dal 2% negli strati superficiali all'11% tra i 200-300 metri di profondità, con i picchi di abbondanza presenti nel periodo invernale (Brautovic et al., 2006).

Tra i Cladoceri si ricordano: *Penilia avirostris*, *Evadne spinifera*, *E. tergestina*, *Podon polyphemoides*, *Evadne tergestina* and *Penilia avirostris* (Champalbert 1996).

Lo zooplancton gelatinoso, nonostante la sua importanza ecologica, è generalmente sottostimato a causa della fragilità di questi organismi (Siokou-Frangou et al., 2010). Tra questi si ricordano Diolidi, Tunicati ed Appendicolarie, Chetognati e Sifonofori.

Le appendicolarie sembrano essere costati, per presenza, in mare aperto (Gorsky and Palazzoli, 1989), con i generi *Oikopleura* e *Fritillaria* tra i più rappresentati (Salvà Picó and Fernández de Puellas, 1992; Ehrhardt, 1967); nel Mar di Sardegna posso arrivare a comporre anche il 3,7% del plancton (Ehrhardt, 1967).

Per quanto riguarda i chetognati i più presenti sono *Sagitta enflata*, *S. decipiens*, *S. bipunctata*, *S. minima* e *S. serratodentata* (Dallot et al., 1988; Kehayias, 2003).

Tra i sifonofori nel bacino ovest sono comuni *Muggiaea atlantica*, *Abylopsis tetragona*, *Lensia subtilis*, *Eudoxoides spiralis* e gli cnidari *Rhopalonema velatum*, *Liriope tetraphylla*, *Aglaura hemistoma* (Dallot et al., 1988).

Riassumendo si punta l'attenzione sulla scarsità di dati specifici per l'area in cui verrà effettuata l'indagine geologica. Dall'articolo di Siokou-Frangou et al.(2010) si può ipotizzare la ridotta presenza di fitoplancton nell'area in questione con la sola porzione nord di tale area ad essere interessata da bloom algali, i quali per altro ristretti al periodo tardo invernale-primaverile. Conseguentemente, si può ipotizzare che anche lo sviluppo dello zooplancton, che dipende dalla presenza della comunità fitoplanctonica, non presenti valori di abbondanza elevati.

4.4.2 Ittiofauna

Considerando che le profondità elevate, raggiunte nell'area di studio, in questo paragrafo verrà considerata l'ittiofauna che abita le zone profonde.

Non sono stati reperiti in letteratura studi specifici a riguardo l'area d'interesse, ma un'indagine condotta da Follesa et al. (2011) a largo delle coste di Cagliari, nel sud della Sardegna, ha mostrato che i Teleostei rappresentano la classe più abbondante di pesci (55 specie in 30 famiglie), seguita dai Condroitti (12 specie in 7 famiglie) a profondità comprese tra i 500 ed i 1600 metri.

In questo articolo l'autore riporta che la maggior parte della pesca a strascico in Sardegna viene effettuata a profondità tra 750-800 metri, ma che a maggiori profondità le famiglie dell'ittiofauna più rappresentate non comprendono specie di interesse commerciale.

Invece, le risorse economicamente più importanti si ritrovano tra i 500-700 metri di profondità e sono date dalle popolazioni di *Aristaomorpha foliacea* e *Aristeus antennatus* (Cau et al., 2002). Altre specie di interesse commerciale che si ritrovano in questo range di profondità sono *Nephrops norvegicus*, *Merluccius merluccius*, *Lophius spp.* (Caddy, 1993).

Di seguito verranno riportati i dati a riguardo dell'ittiofauna profonda presi da Follesa et al. (2011).

In questo studio l'abbondanza massima di specie è stata ritrovata tra i 500-800 metri, mentre la biomassa totale massima a 800-1000 metri. Alle profondità tra i 1000 ed 1600 metri, invece, l'abbondanza e la biomassa erano minime.

Inoltre, le comunità dell'ittiofauna si presentavano in 3 assemblamenti a seconda della profondità considerata ; questi differivano per numero di individui, abbondanza ed in misura minore anche nella composizione in specie.

Nel gruppo più superficiale (546-699 metri), le specie più abbondanti erano *P. blennoides*, *G. melastomus*, *H. italicus* e *N. aequalis*; nel secondo gruppo (720-1099 metri), si trovavano *G. melastomus* and *N. aequalis*, while *G. melastomus*, *M. moro*, *T. scabrus* e *A. rostratus*, mentre nel gruppo più profondo (1145-1598 metri) le specie più abbondanti erano *B. mediterraneus*, *G. melastomus*, *A. rostratus*, e *Coelorhynchus mediterraneus*. *G. melastomus* e *A. rostratus*.

Si conclude puntando l'attenzione sulla mancanza di dati a riguardo dell'ittiofauna per la zona d'interesse. Si mette inoltre in evidenza, come riportato da Follesa et al. (2011) per la costa sud della Sardegna, che la maggior parte delle specie di importanza economica si trova a profondità comprese tra i 500-700 metri, e che tali profondità sono molto al di sopra rispetto alla batimetria della zona che sarà interessata dall'indagine geologica la quale tra i 2000 ed i 2800 metri di profondità.

4.4.3 Mammiferi marini

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

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".

La lista dei mammiferi marini presenti nell'area del Mar di Sardegna, zona oggetto dell'istanza, fa capo al settore numero 2. Il settore comprende tutte le coste della Sardegna e della Corsica, sia occidentale che orientale, e le coste della Toscana, del Lazio, ed in parte del nord della Campania. Rientrano in questo settore anche diverse isole dell'Arcipelago Toscano.

L'analisi, oltre a fornire la lista di specie, per i diversi mari italiani implementa lo studio con nuove informazioni. 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, etc (Figura 4.49).

Inoltre, 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.

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

Figura 4.49 - Lista dei mammiferi marini dei mari italiani. La colonna N° 2 fa riferimento alla fauna presente nel Mar di Sardegna (fonte: www.sibm.it – Biologia Marina Mediterranea 2010)

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 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 del Mar Nero. Al tavolo erano presenti rappresentanti oltre 20 paesi del Mediterraneo e del Mar Nero, nonché osservatori di molte organizzazioni intergovernative e non governative.

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

- *Balaenoptera physalus* (balenottera comune),
- *Physeter catodon* (Capodoglio),
- *Ziphius cavirostris* (Zifio),
- *Tursiops truncatus* (Tursiope),
- *Stenella coeruleoalba* (Stenella striata),
- *Delphinus delphis* (Delfino comune),
- *Grampus griseus* (Grampo),
- *Globicephala melas* (Globicefalo),

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

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

Accidentale è il ritrovamento delle specie:

- *Eubalaena glacialis* (Balena franca nordatlantica),
- *Megaptera novaeangliae* (Megattera),
- *Kogia sima* (Cogia di Owen).

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 area pelagiche, dove si riscontrano la balenottera comune, lo zifio, il globicefalo e la stenella striata. Nella 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 Megavertebate 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 del mar di Sardegna, in cui rientra la zona d'interesse, e ne sono stati estrapolati i dati.

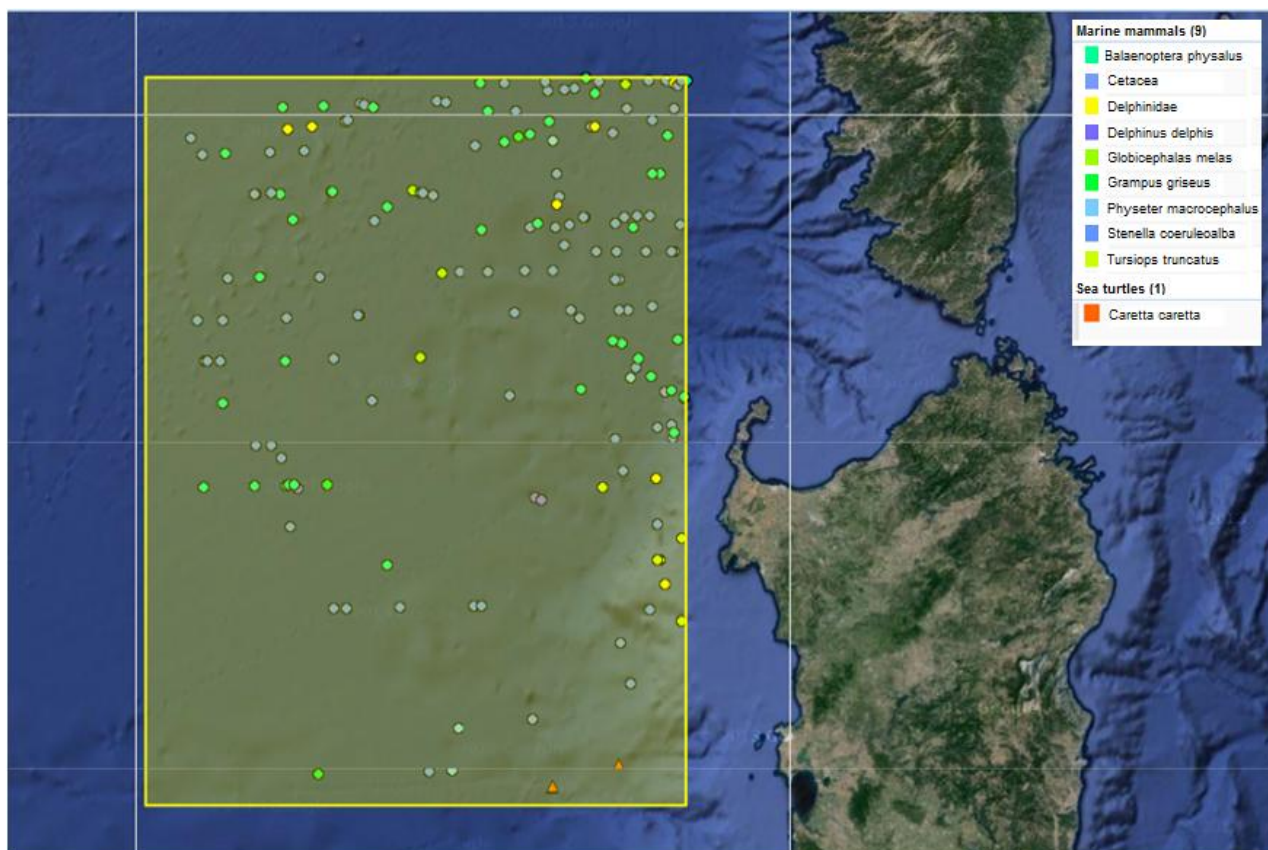


Figura 4.50 - Immagine tratta dal sito OBIS-SEAMAP (Ocean Biogeographic Information System Spatial Ecological Analysis of Megavertebrate Populations) in cui è evidenziata, in giallo, l'area presa in considerazione. (<http://seamap.env.duke.edu/>).

Nella Tabella sottostante, sono stati riportati il numero di osservazioni ottenute dal sito OBIS-SEAMAP, per le specie di mammiferi presenti nella circoscritta. Si nota inoltre, la presenza di osservazioni per la tartaruga marina *Carretta caretta*, ma nessuna osservazione per alcun tipo di specie per l'avifauna marina.

Specie	Numero osservazioni per data	Osservazioni totali
Balaenoptera physalus	24 registrazioni settembre 2011, 8 registrazioni luglio 2013, 12 registrazioni marzo 2014	44
Ordine Cetacea (non viene indicata la specie)	1 registrazione febbraio 2004, 1 registrazione marzo 2014	2
Famiglia Delphinidae (non viene indicata la specie)	1 registrazione settembre 2011, 3 registrazioni luglio 2013, 3 registrazioni marzo 2014	7
Delphinus delphis	1 registrazione febbraio 2004, 2 registrazioni marzo 2014	3
Globicephala melas	3 registrazioni settembre 2011, 1 registrazione luglio 2013	4
Grampus griseus	2 registrazioni settembre 2011, 1 registrazione marzo	3

	2014	
Physeter macrocephalus	3 registrazioni settembre 2011, 1 registrazione gennaio 2014	4
Stenella coeruleoalba	1 registrazione febbraio 2004, 74 registrazioni settembre 2011, 13 registrazioni luglio 2013, 15 registrazioni marzo 2014	103
Tursiops truncatus	1 registrazione settembre 2011, 1 registrazione gennaio 2012, 2 registrazioni marzo 2014	5

Si può osservare dalla tabella come la specie maggiormente avvistata sia la Stenella (*Stenella coeruleoalba*) con 103 osservazioni, seguita dalla Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) con 44 osservazioni. Purtroppo dal sito non è stato possibile estrapolare in modo chiaro il numero di individui per specie osservati ad ogni avvistamento.

Di seguito si riportano le descrizioni delle specie di mammiferi marini presenti in Mediterraneo, 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 & 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 IUNC, 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, in genere viene osservata nelle acque oltre la piattaforma continentale, a profondità tra i 400 e i 2500 m (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. È 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). In 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 aree del Mar Mediterraneo in cui si rileva una maggiore presenza della balenottera (ACCOBAMS status report, 2010), sebbene uno studio per il censimento di popolazioni di cetacei effettuato dall'ISPRA nel 2009 da mezzo aereo (Panigada et al., 2011) ha evidenziato una generale riduzione di questa specie rispetto a precedenti studi da mezzo navale (Forcada et al., 1995). 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 15Hz a 35Hz.

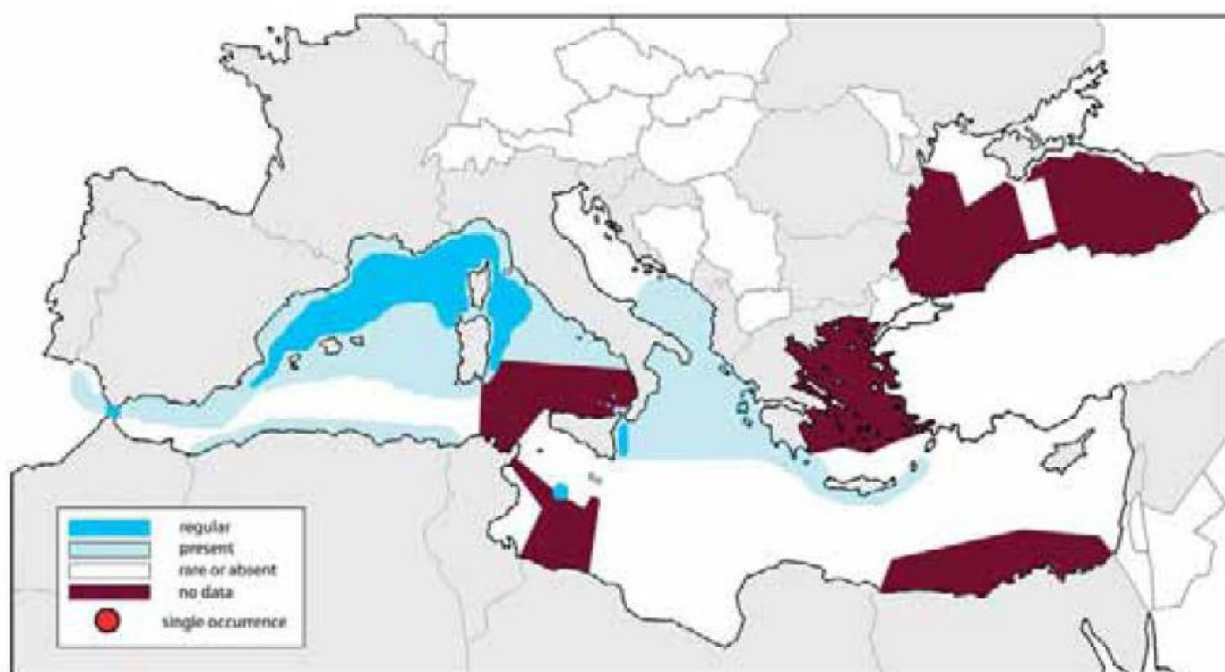


Figura 4.51- Distribuzione della Balenottera Comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Per quanto riguarda l'area d'indagine, la balenottera comune è considerata presente, anche se non regolare. Questo dato è rafforzato dalle indicazioni dell'OBIS-SEAMAP in cui questo cetaceo rappresenta la seconda specie più avvistata in questo tratto di mare.

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. 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.

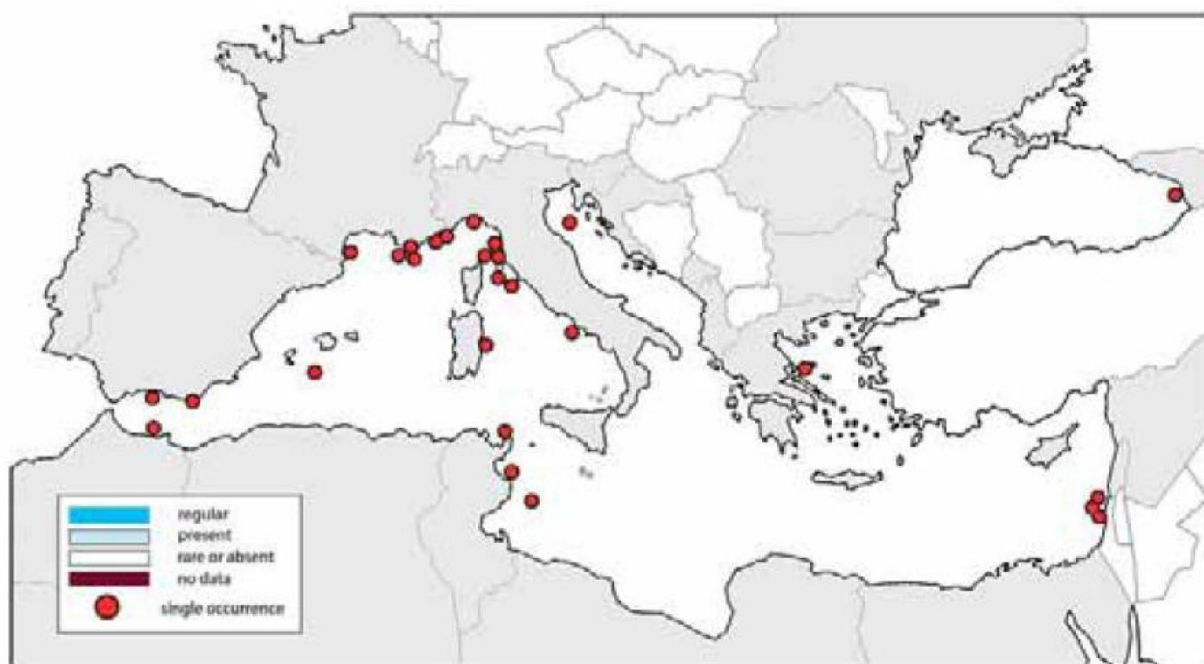


Figura 4.52 - Avvistamenti della Balenottera minore nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Per quanto riguarda il Mar di Sardegna, tra cui l'area oggetto d'indagine, la balenottera minore è considerata come occasionale.

4.4.3.3 Cogia di Owen (Kogia sima):

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

Il Cogia di Owen raggiunge i 2,7 metri di lunghezza e i 250 kg di peso. Rappresenta la specie più piccola tra gli odontoceti. Il corpo è solitamente grigio bluastrò 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). La Cogia di Owen sono creature solitamente solitarie ma in qualche occasione sono stati visti in piccoli gruppi. Si nutrono principalmente di calamari e granchi.

Preferisce le acque profonde e il suo habitat preferito sembrano essere quello delle acque subito oltre la piattaforma continentale. È diffuso nelle acque atlantiche, pacifiche e dell'Oceano Indiano.

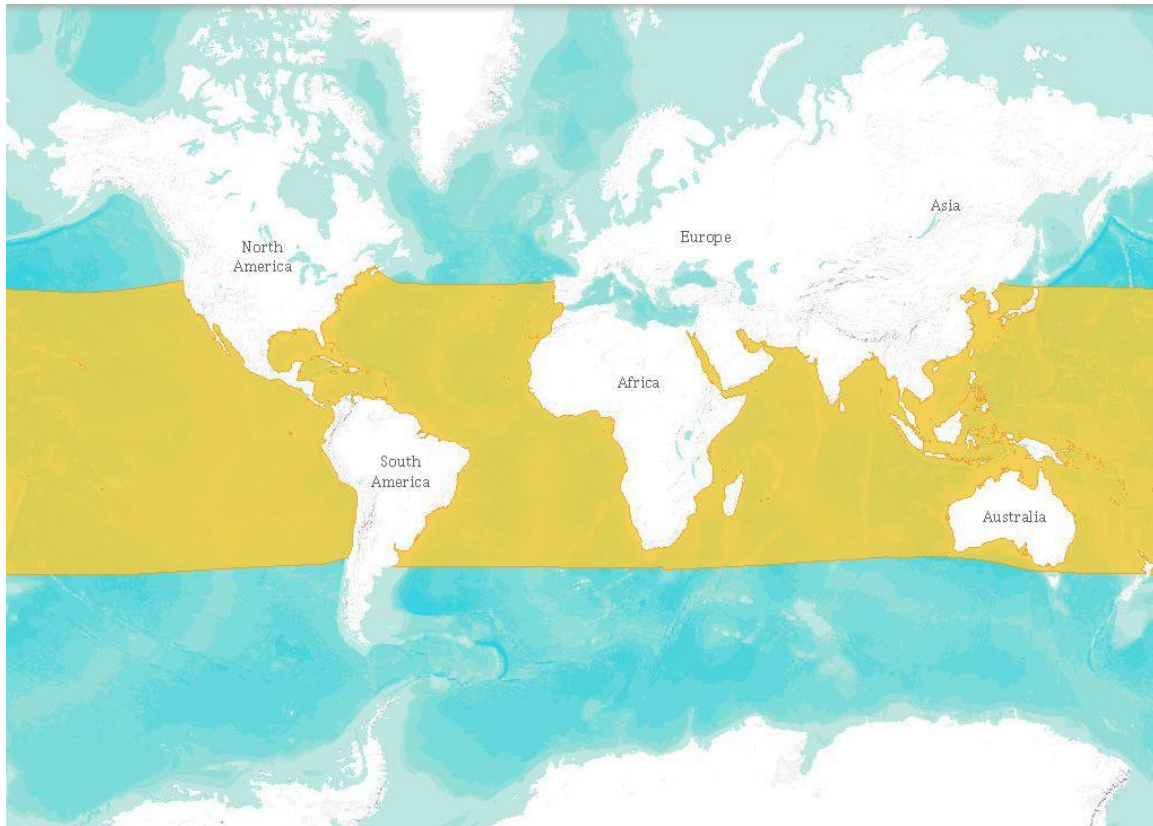


Figura 4.53 - Distribuzione della Cogia di Owen (Fonte: www.iucnredlist.org)

4.4.3.4 Capodoglio (*Physeter macrocephalus*):

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

La popolazione del Capidoglio 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 IUNC, 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 m, 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 IUNC, 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.

Importantissima appare l'area dell'Arcipelago delle Eolie, caratterizzata da fondali ripidi e profondità elevate, dove i capodogli sembrano anche riprodursi. In Adriatico il Capodoglio è presente lungo la costa della Dalmazia e nella parte meridionale del bacino. Un cospicuo numero di esemplari è stato segnalato al largo di Catania (febbraio 2007) da ricercatori dell'istituto di fisica nucleare (INFN) dell'università di Catania, tramite la stazione sperimentale Onde (*Ocean Noise Detection Experiment*), costruita nell'ambito del progetto NEMO. L'apparato innovativo dell'INFN ha permesso, infatti, di ascoltare a oltre duemila metri di profondità i caratteristici "schiocchi" dei capodogli e di registrare in questo modo il passaggio di almeno un esemplare ogni due giorni per un periodo di circa un anno e mezzo. Ciò ha permesso di ipotizzare la presenza di centinaia di esemplari nel Mediterraneo piuttosto che di poche decine come si credeva precedentemente.

La stagione riproduttiva si prolunga da metà inverno a metà estate, mentre la gestazione può superare i 14 mesi con la nascita dei piccoli in primavera-estate.

Vittima principale di catture accidentali in spadare e, purtroppo, continua ad esserlo, a causa di operazioni di pesca illegali nel Tirreno meridionale. Anche in anni recenti, nella zona del Tirreno meridionale, conosciuta per la presenza di spadare illegali, la mortalità ha continuato ad essere frequente in numeri cospicui (Banca dati sugli spiaggiamenti). E' possibile che una ulteriore minaccia sia costituita dalle collisioni con le navi.

I segnali acustici prevalenti hanno una frequenza che va da 200Hz a 32kHz.

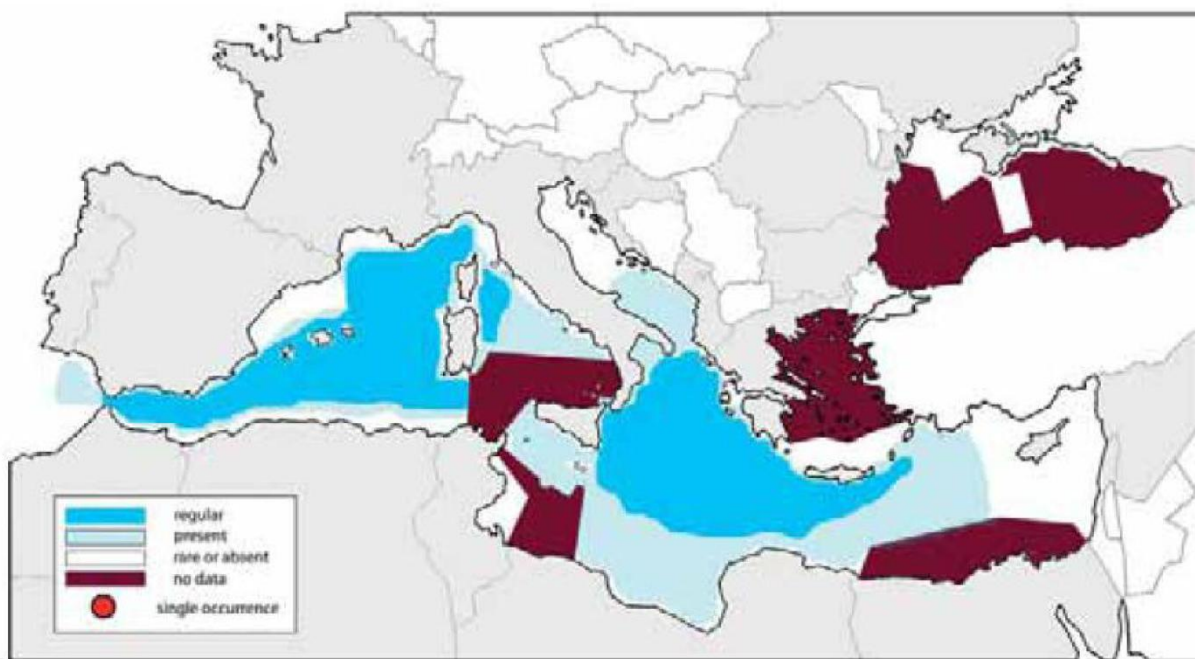


Figura 4.54 - Distribuzione dei Capodogli nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Nel Mar di Sardegna, che comprende l'area d'interesse, il Capodoglio risulta essere regolare. Ciononostante, dai dati estrapolati dal sito OBIS-SEAMAP non è stata ritrovata nessuna segnalazione per questo mammifero nell'area presa in considerazione.

4.4.3.5 Orca (*Orcinus orca*):

L'orca è il mammifero marino più veloce a nuotare, raggiungendo la velocità di 55 km/h. Appartiene alla famiglia dei Delfinidi (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, sporadicamente, alcuni esemplari entrano dallo Stretto di Gibilterra (SOLMAR). Inoltre, non esistono dati sulla consistenza della specie e neppure in ambito mondiale, data l'enorme diffusione geografica (L. Cagnolaro & M. Podestà in Spagnesi & Toso 1999).

L'Orca frequenta habitat molto vari, dalle acque pelagiche a quelle delle zone costiere. Può talora risalire anche grandi fiumi in cerca di prede. In estate può frequentare acque polari, all'interno della banchisa in disgregazione, così come è possibile trovarla nelle calde acque tropicali. È comunque evidente che la sua presenza è legata alla disponibilità delle prede. L'Orca è un tipico predatore, capace di un'estrema variabilità nella dieta e di una notevole cooperazione con i compagni di branco per la cattura delle prede. Si nutre di Pesci, Molluschi, Uccelli e Mammiferi acquatici, arrivando ad attaccare anche balene e balenottere.

Per il Mediterraneo non esistono dati sulla consistenza della specie e neppure in ambito mondiale, data l'enorme diffusione geografica. È un animale tipicamente gregario, che forma branchi costituiti da una media di 15 individui, probabilmente imparentati tra loro. Anche se inserita nei progetti generali di protezione dei Cetacei, la specie non è oggetto di specifiche misure.

Gli accoppiamenti e le nascite sembrerebbero distribuiti nell'arco di molti mesi, senz'altro in relazione anche alla zona in cui vive una popolazione.

La sua presenza nel Mediterraneo è ritenuta occasionale con avvistamenti in zone localizzate. Gli avvistamenti sono per lo più localizzati nella parte occidentale del bacino. Si ipotizza che sporadicamente alcuni esemplari entrino nel Mar Mediterraneo attraverso lo Stretto di Gibilterra. Per quanto riguarda l'area del Mar di Sardegna, oggetto dell'attività proposta, la presenza dell'orca è ritenuta un evento raro e occasionale.

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

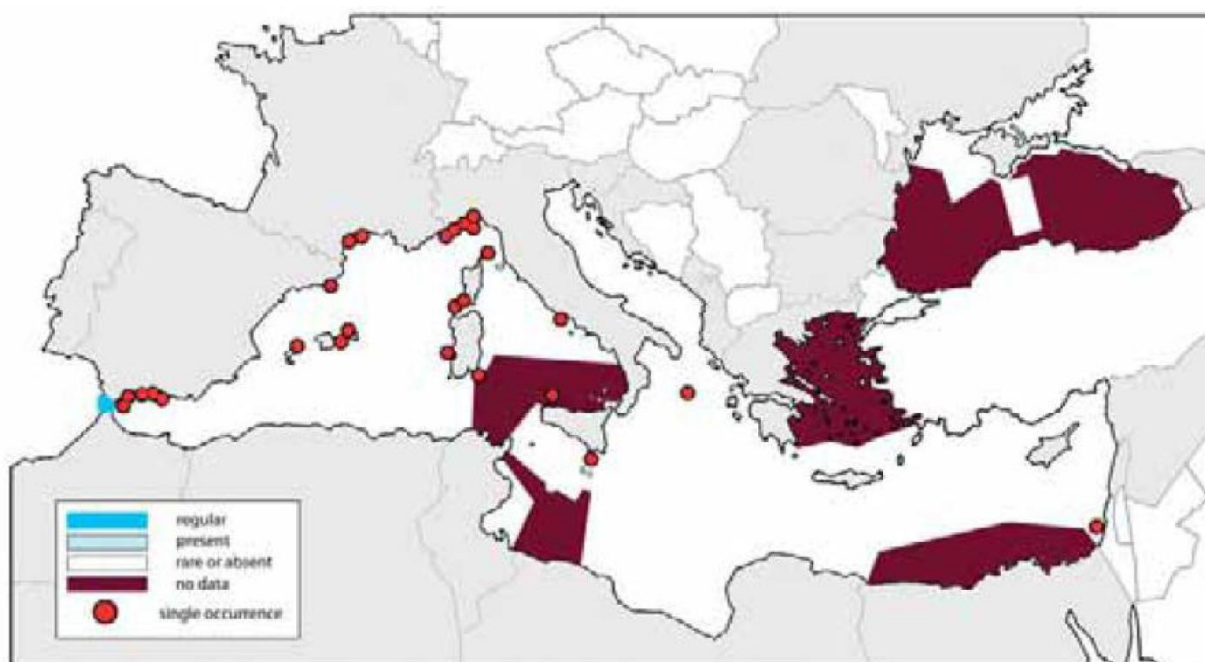


Figura 4.55 - Avvistamenti di Orche nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

4.4.3.6 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 & 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 IUNC, 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 IUNC, www.iucn.it).

Sono stati avvistati sia esemplari solitari sia gruppi di pochi individui, mentre rimane ignota l'esistenza di possibili rotte migratorie.

Come specie pelagica, compie delle immersioni piuttosto profonde (fino a 2000 metri) privilegiando habitat caratterizzati da canyon e rilievi sottomarini come le aree di scarpata continentale del Mar Ligure occidentale.

Nelle acque italiane sembra più frequente nel Mar Ligure nord-occidentale, Tirreno centrale e Adriatico meridionale (dati tratti dalla red list del sito IUNC, www.iucn.it). Inoltre, i risultati della campagna di indagine svolta in mar Tirreno nel mese di ottobre 2010 nell'ambito del progetto europeo GIONHA, per raccogliere avvistamenti e rilievi acustici di tutte le specie di cetacei presenti, hanno evidenziato un'importante presenza di zifii nell'area del Mar Tirreno, 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 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 IUNC, 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 4.56 - Distribuzione dello Zifio nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Per quanto riguarda l'area d'indagine, lo Zifio risulta essere presente ma non in modo regolare.

Anche in questo caso nei dati tratti da OBIS-SEAMAP questa specie non era presente nell'area considerata per il Mar di Sardegna.

4.4.3.7 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 & Notarbartolo di Sciara 2006). La valutazione per il Globicefalo, nelle liste rosse del IUNC, 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 IUNC, [hwww.iucn.it](http://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) e scomparso. Per il Mediterraneo e in particolare per i mari italiani non si hanno dati in merito alla struttura e consistenza numerica delle popolazioni (Reeves & 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 1kHz a 65kHz.



Figura 4.57 - Distribuzione del Globocefalo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)

Nel Mar di Sardegna, ivi compresa l'area oggetto di studio, il globocefalo è considerato presente, anche se non in modo regolare. Infatti, dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP, questo mammifero marino è risultato presente, nell'area considerata, anche se solo con 4 avvistamenti tra il 2011 ed il 2013.

4.4.3.8 *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 & Notarbartolo di Sciarra 2006).

Il grampo possiede una corporatura leggermente tozza nella zona anteriore del corpo con capo rotondeggiante e rostro completamente coperto dal melone. Alla nascita, il cucciolo è di colore grigio chiaro uniforme, ma con l'età il corpo si ricopre di graffi bianchi che gli animali si procurano durante le interazioni sociali anche piuttosto violente; in alcune porzioni del corpo, come il capo, sono talmente fitti da conferire un colorito bianco. Specie teutofaga, predilige le zone dove la scarpata continentale è più ripida, avvicinandosi anche alla costa, se i fondali sono sufficientemente profondi (Bearzi et al. 2011). 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. 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 2kHz a 16kHz.



Figura 4.58 - Distribuzione del Grampo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Questa specie viene considerata presente nel Mar di Sardegna, ma regolare lungo le coste nord-occidentali di quest'isola. Dai dati tratti da OBIS-SEAMAP, sono stati rinvenuti 3 avvistamenti di quest'organismo, negli anni 2011-2013.

4.4.3.9 *Tursiopo (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 & Notarbartolo di Sciara 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 Tursiopo 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 IUNC, www.iucn.it).

Il tursiopo 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 kg. 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 tursiopo 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 IUNC, 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. Nonostante rappresenti la specie più studiata e moltissimi siano gli avvistamenti effettuati lungo le coste dei nostri mari, molto poco si conosce riguardo abbondanza, distribuzione e movimenti del tursiopo. Mancano *survey* a livello di bacino, mentre le uniche informazioni affidabili derivano da studi effettuati su scala locale. La sola area in cui è possibile determinare con certezza un trend nella presenza di tursiopi (grazie alla presenza di dati storici) è l'Adriatico settentrionale, dove si è rilevata una diminuzione del 50% di individui negli ultimi 50 anni. Gli accoppiamenti e le nascite sono distribuiti durante tutto l'anno, con un picco di nascite in estate. La gestazione dura 12 mesi e lo svezzamento circa 18 mesi.

Nel passato (fino agli anni 1960) la specie è stata soggetta a persecuzione da parte dell'uomo (Bearzi et al. 2004). Attualmente, le minacce principali sono le catture accidentali in attività di pesca. La contaminazione da sostanze chimiche e il sovra sfruttamento delle risorse ittiche costiere (Bearzi et al. 2009).

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

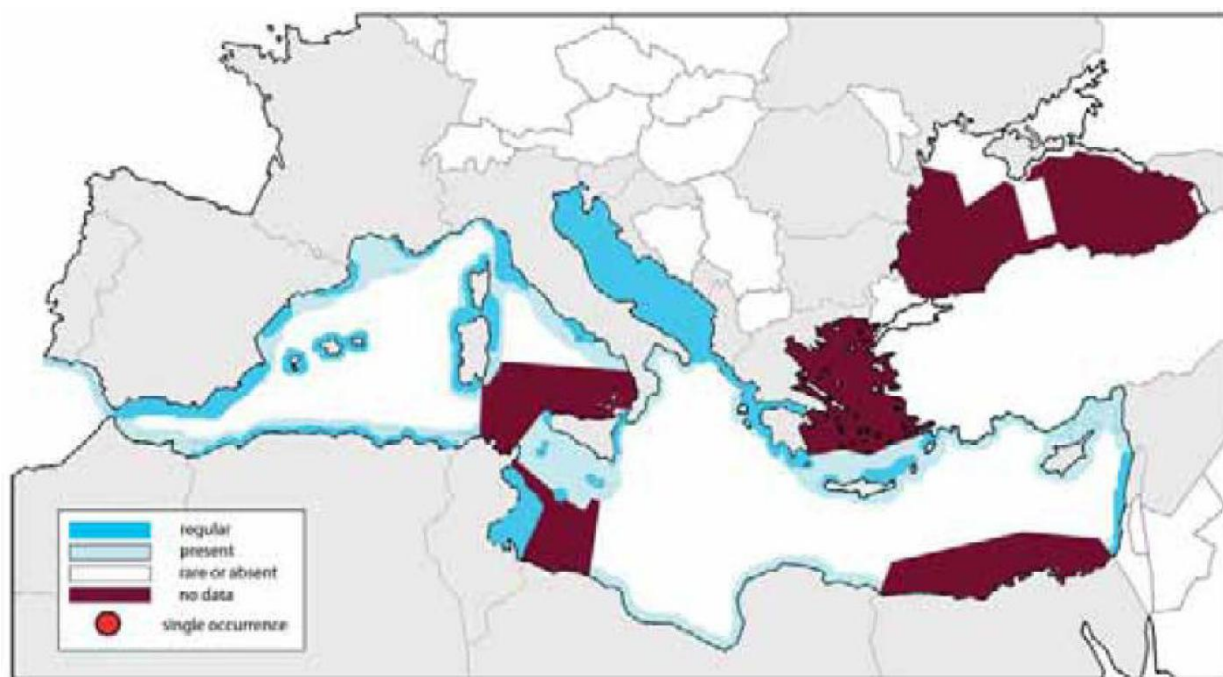


Figura 4.59 - Distribuzione del Tursiopo nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciarra & Birkun, 2010)

Il Tursiopo è considerato regolare lungo tutte le coste della Sardegna e della Corsica, ma raro o assente nelle restanti acque del Mar di Sardegna.

Nel database OBIS-SEAMAP, nell'area presa in considerazione, era presente con cinque osservazioni effettuate tra l'anno 2011 e l'anno 2014.

4.4.3.10 *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 & 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 spade illegali e dall'inquinamento da agenti chimici, ma data la mancanza di quantificazione del loro impatto a livello di popolazione, in Italia la specie viene classificata a minor preoccupazione (LC) (Dati tratti dalla red list del sito IUNC, www.iucn.it).

E' un delfino di piccola mole che non supera i 2 metri di lunghezza ed i 100 kg di peso. Predilige le acque produttive profonde al di là della piattaforma continentale.

Rappresenta sicuramente la specie più diffusa in Mediterraneo, 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 4kHz a 65kHz.

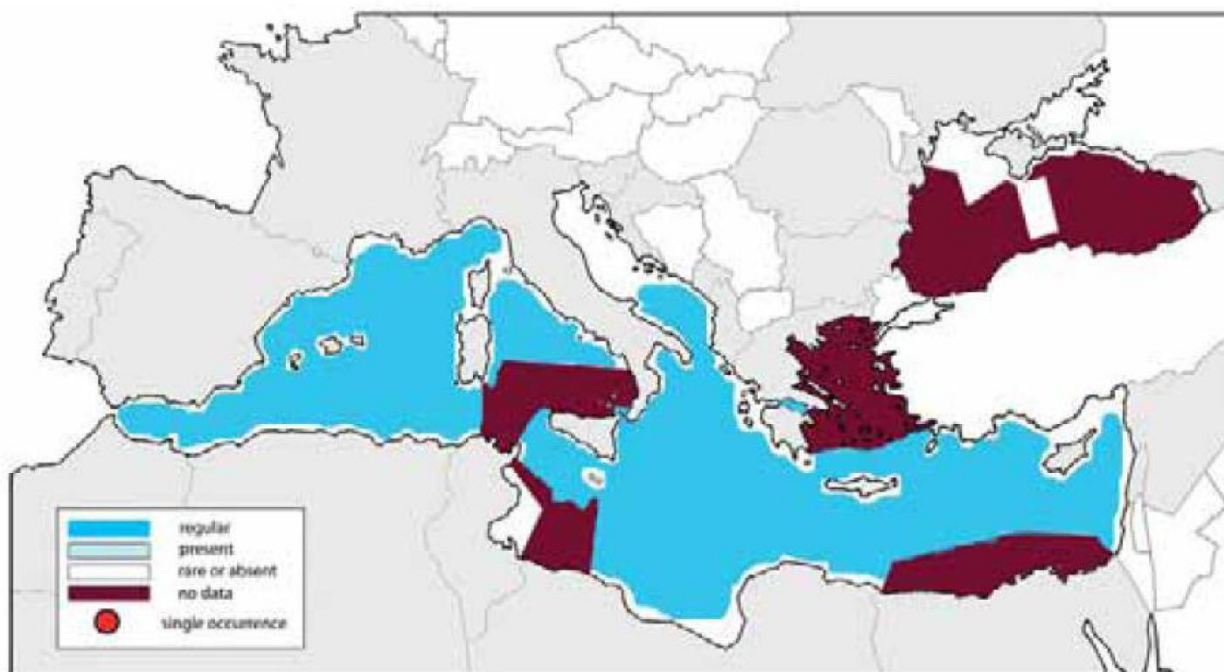


Figura 4.60 - Distribuzione della *Stenella striata* nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Per quanto riguarda l'area oggetto d'indagine, la stenella è considerata presente in modo regolare.

Dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP, per l'area considerata, la stenella è risultata la specie più presente, con 103 osservazioni di cui la quasi totalità registrate nel periodo 2011-2014.

4.4.3.11 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 e inclusa in numerose aree protette (Reeves & 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 del IUNC la valutazione della specie in acque italiane è Minacciata (EN) per una 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 IUNC, 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. 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 2kHz a 67kHz.



Figura 4.61 - Distribuzione del Delfino comune nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Nel Mar di Sardegna il delfino comune è considerato presente, anche se non in modo regolare.

Infatti, nel database OBIS-SEAMAP sono state riscontrate, per l'area considerata, 3 osservazioni nel periodo 2004-2014.

4.4.3.12 Steno (*Steno bredanensis*):

Specie occasionale in Mediterraneo, come viene nominata nelle liste rosse della IUNC (dati tratti dalla red list del sito IUNC, 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 m di lunghezza e circa 150 kg di peso. La specie è socievole. I gruppi comprendono normalmente una cinquantina di esemplari.

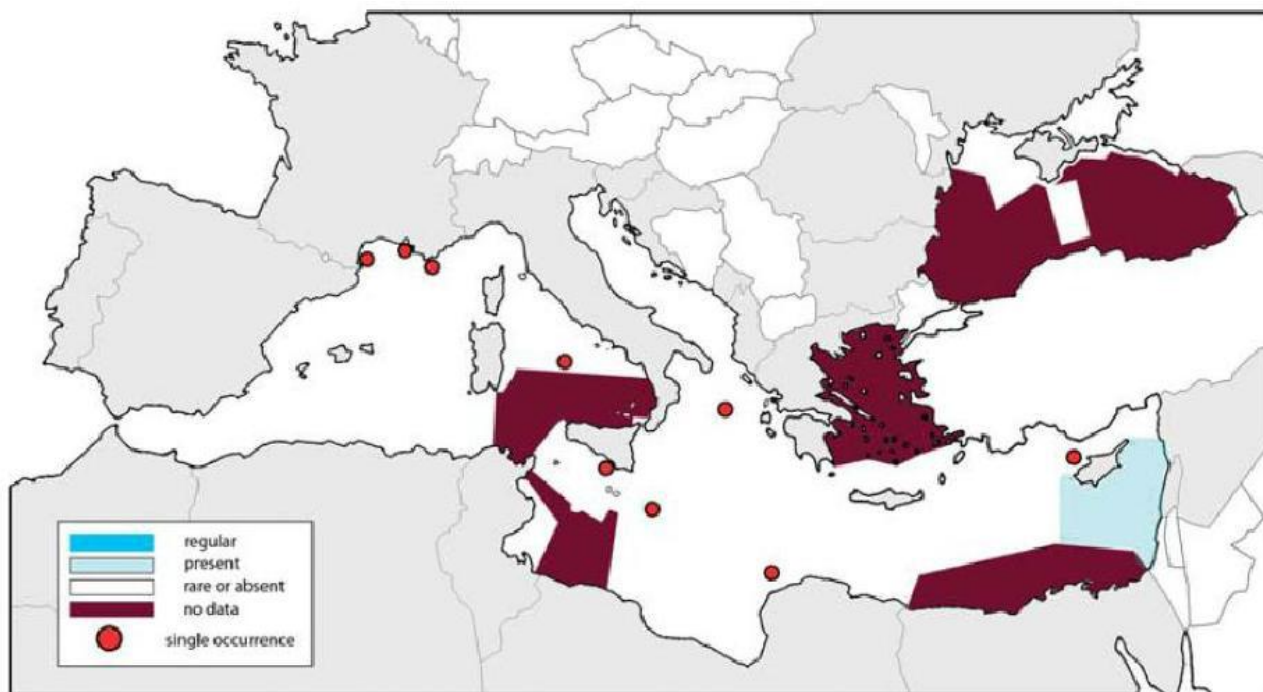


Figura 4.62 - Distribuzione dello *Steno* nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Nel Mar di Sardegna, in cui l'area oggetto di studio, la specie *Steno bredanensis* risulta essere rara o assente.

4.4.3.13 *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. Nelle liste rosse della IUNC viene definita una specie occasionale in Mediterraneo (dati tratti dalla red list del sito IUNC, 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.

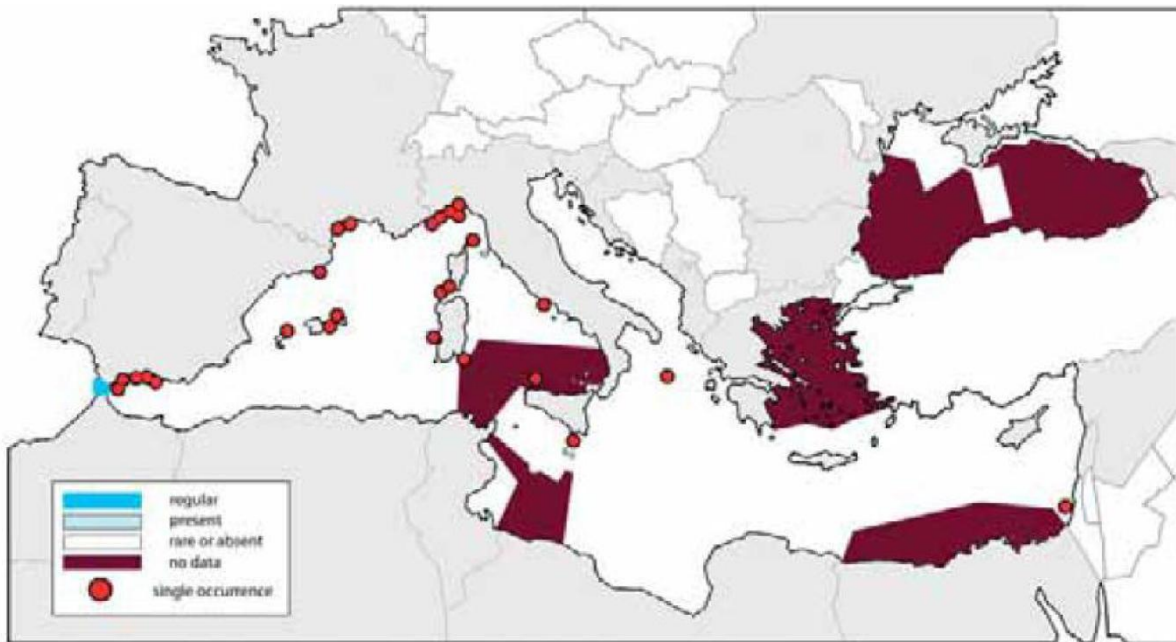


Figura 4.63 - Distribuzione della *Pseudorca* nel Mediterraneo (fonte: Notarbartolo di Sciara & Birkun, 2010)

Nel Mar di Sardegna, in cui l'area oggetto di studio, la pseudorca risulta essere rara o assente.

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 kg.

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 spostano 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 terra ferma. 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 75kHz.

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 4.64 riporta graficamente la distribuzione a cadenza temporale degli avvistamenti di foca validati dal 1998 al 2010, lungo le coste italiane. Nell'area del Mar di Sardegna sono stati segnalati 6 avvistamenti, di cui il più recente avvenuto nei pressi dell'isola dell'Asinara nel 2007. Altro avvistamento da evidenziare è quello avvenuto nell'area dell'area di Oristano nel 2001. La foca monaca non frequenta abitualmente la zona in cui ricade l'istanza, la quale si trova a molte miglia di distanza dalla costa, ed il suo avvistamento può essere considerato un evento raro ed occasionale.



Figura 4.64 - 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)

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 del Mar di Sardegna (MS) relativi alla regione Sardegna (Figura 4.65).

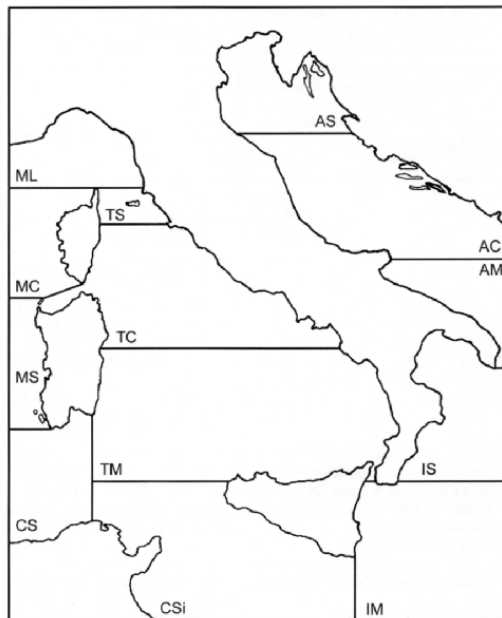


Figura 4.65 - Mappa dei 13 settori in cui sono state divise le coste italiane per la raccolta dei dati sugli spiaggiamenti (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)

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).

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi agli spiaggiamenti delle specie di mammiferi marini precedentemente descritti. Queste informazioni provengono dalla banca dati con riferimento al settore del Mar di Sardegna, in cui ricade l'area oggetto d'istanza (www.mammiferimarini.unipv.it).

Tabella 4.7 - *Spiaggiamenti di cetacei avvenuti nel periodo 1986 fino a settembre 2013 all'interno del settore (MS – Mar di Sardegna), suddivisi per Specie (fonte: www.mammiferimarini.unipv.it)*

Specie	Numero individui spiaggiati	%
Indeterminato	22	17,46
<i>Stenella coeruleoalba</i> (<i>Stenella striata</i>)	40	31,75
<i>Grampus griseus</i> (Grampo)	9	7,14
<i>Physeter macrocephalus</i> (Capodoglio)	9	7,14
<i>Tursiops truncatus</i> (Tursiope)	20	15,87
<i>Delphinus delphis</i> (Delfino comune)	13	10,32
<i>Globicephala melas</i> (Globicefalo)	5	3,97
<i>Balaenoptera physalus</i> (Balenottera comune)	7	5,56
<i>Balaenoptera acutorostrata</i> (Balenottera minore)	1	0,79

4.4.4 Rettili marini

Mo (2010) riassume le tartarughe marine presenti nel mar Mediterraneo. Esse appartengono all'ordine *Testudines* che comprende anche le tartarughe terrestri e lacustri. Le specie segnalate nel mar Mediterraneo sono 5, ma soltanto 3 hanno una reale probabilità di essere incontrate:

- *Caretta caretta*, la specie più comune, l'unica a riprodursi lungo le coste meridionali italiane;
- *Chelonia mydas*, la tartaruga verde, non è frequente nel Mediterraneo occidentale poiché la sua distribuzione, per motivi legati alla temperatura dell'acqua, è limitata alla zona sudorientale del

bacino dove essa nidifica. L'osservazione di questa specie nei mari italiani è occasionale e costituita prevalentemente da esemplari giovani in fase pelagica (Lazar *et al.*, 2004; Centro Studi Cetacei, 2000, 2002, 2004).

- *Dermochelys coriacea*, la tartaruga liuto, specie dalle abitudini pelagiche, non nidifica in Mediterraneo dove è tuttavia presente con esemplari, di origine Atlantica, che entrano nel bacino sfruttando gli ambienti pelagici per scopi alimentari (Marquez, 1990). L'osservazione di questa specie nei mari italiani riguarda soprattutto esemplari di taglia medio-grande (Casale *et al.*, 2003; Centro Studi Cetacei, 2000, 2002, 2004).

Altre due specie (*Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys kempii*) sono segnalate nel Mediterraneo, ma la loro presenza deve essere ritenuta accidentale e imputabile al trasporto passivo nel bacino (Marquez, 1990).

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	CAR	SIN	NOTE
Ordine Testudines														
Famiglia Cheloniidae														
<i>Caretta</i>	15662	Rafinesque, 1814												
<i>Caretta caretta</i>	15663	(Linnaeus, 1758)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M		A1, A6
<i>Chelonia</i>	15664	Brongniart, 1800												
<i>Chelonia mydas</i>	15665	(Linnaeus, 1758)	x	x	x		x	x	x	x	x	M		A2, A6
<i>Eretmochelys</i>	15666	Fitzinger, 1843												
<i>Eretmochelys imbricata</i>	15667	(Linnaeus, 1766)										M		A4, A6
<i>Lepidochelys</i>	15668	Fitzinger, 1843												
<i>Lepidochelys kempii</i>	15669	(Garman, 1880)										M		A5, A6
Famiglia Dermochelyidae														
<i>Dermochelys</i>	15670	Blainville, 1816												
<i>Dermochelys coriacea</i>	15671	(Vandelli, 1761)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	M		A3, A6

Figura 4.66 - Lista dei rettili marini dei mari italiani. La colonna N° 2 fa riferimento alla fauna presente nel bacino ionico (fonte: www.sibm.it)

4.4.4.1 Caretta caretta

La specie è elencata in appendice II della direttiva Habitat (92/43/CEE) e contrassegnata come specie particolarmente protetta (dati tratti dalla red list del sito IUNC, www.iucn.it).

La migliore stima possibile sulla base dei parametri di popolazione noti e basata sulla parte alta del range di nidi ipotizzati, indica un numero di individui maturi tra 55 e 131, valore che rientra nella categoria EN sotto il criterio D, da tenere anche in considerazione il basso numero di location e effetti rapidi di incremento delle minacce.

E' la specie di tartaruga marina più abbondante del 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 la costa turca (Casale e Margaritoulis 2010).

In Italia l'area di nidificazione più importante è la parte ionica della Calabria meridionale, siti minori si trovano nelle isole Pelagie e in Sicilia meridionale, mentre nidificazioni sporadiche possono aver luogo in

un'area più ampia e specialmente nell'Italia meridionale (Mingozzi et al. 2007). Per quanto riguarda le zone di alimentazione. L'Adriatico settentrionale rappresenta la zona maggiormente frequentata e la zona dell'Adriatico meridionale e nello Ionio è un'area particolarmente importante per giovani nei primi anni di vita (Casale et al. 2010). Zone altamente frequentate sono anche lo Ionio meridionale (Cambiè et al. 2013) e la zona tra la Sicilia e la Tunisia (Casale et al. 2007), che confina con una tra le zone più frequentate del Mediterraneo, la piattaforma tunisina. La specie frequenta anche tutte le altre aree marine italiane sebbene con minor abbondanza. Nella “*Strategia per l’Ambiente Marino, Bozza – Maggio 2012*” redatta dall’Ispra, ponendo l’accento sull’alta frequentazione dei mari Italiani da parte di *Caretta caretta*, hanno effettuato uno studio per ottenere una valutazione quantitativa di questa frequentazione (Figura 4.67)

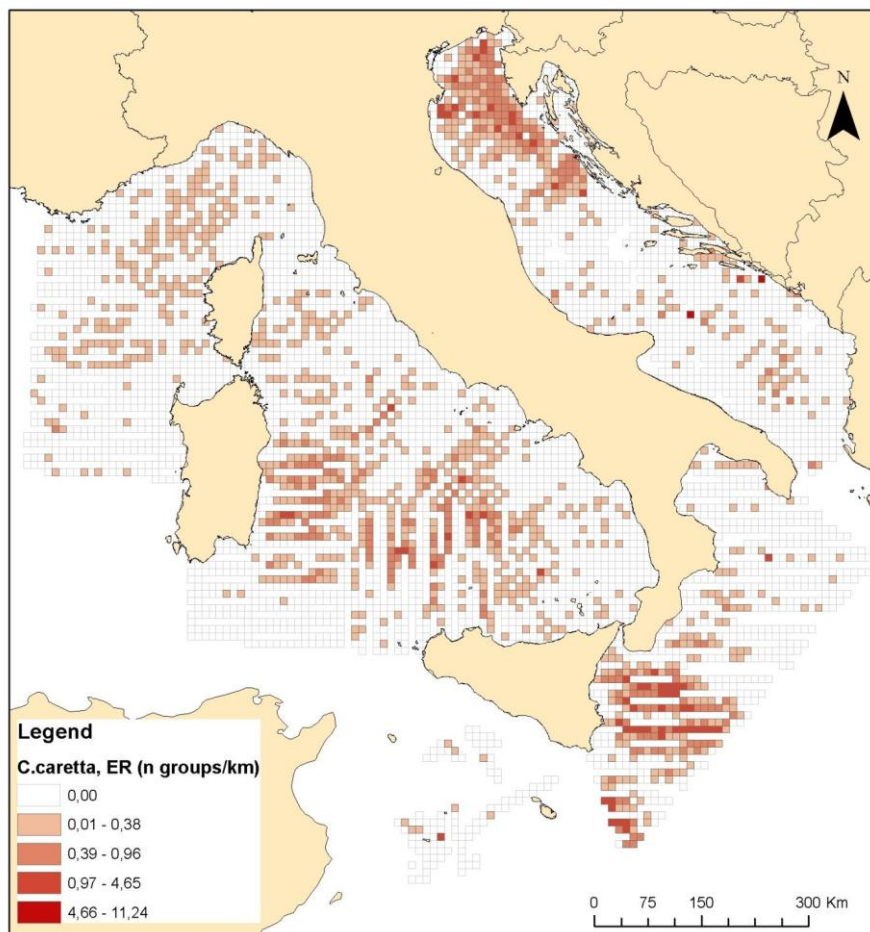


Figura 4.67 - Immagine tratta da *Strategia per l’Ambiente Marino - Ispra 2012*

Come si può notare dall’immagine sopra riportata, nonostante la copertura della valutazione nel Mar di Sardegna non sia completa, la zona oggetto di studio risulta scarsamente frequentata.

Il numero totale di nidi registrati nel periodo 2006-2011 nella sotto regione del Mediterraneo occidentale è sette: 1 in Campania, 2 in Calabria Ionica, 2 in Sicilia settentrionale e 2 in Sardegna meridionale (SWOT) (Fonte: *Strategia per l’Ambiente Marino- Ispra 2012*).

I nidi depositi annualmente nell'area più importante (Calabria Ionica) sono circa 10, mentre poche unità in altre zone (Mingozzi et al. 2007, Casale 2010, Casale et al. 2012) e alcuni autori ipotizzano una media di 30-40 in totale in tutta Italia (Mingozzi et al. 2007). Considerando conservativamente 40 nidi l'anno, un numero di nidi per femmina per stagione di 1.9 (Broderick et al. 2003), un intervallo di riproduzione di 2-3.35 anni (Broderick et al. 2003, Ilgaz et al. 2007, Hays et al. 2010) il numero stimato di femmine della

Breeding Population è 42-71. Considerando una proporzione di femmine di 0.54-0.77 (Casale et al. 2005; Casale et al. 2006) il numero stimato di adulti è 55-131. (NB: i valori utilizzati sopra non sono tratti dalla Breeding population Italiana ma da altre popolazioni Mediterranee) (dati tratti dalla red list del sito IUNC, www.iucn.it).

Degradazione dell'habitat e disturbo antropico sono una importante minaccia sui siti riproduttivi (Mingozzi et al. 2007).

A mare la minaccia principale è rappresentata dalla mortalità indotta dalla cattura accidentale in attrezzi da pesca operanti nei mari italiani, in particolare palangrese derivante, strascico, palangrese di fondo e reti fisse (Casale, 2011).

Come già accennato nel paragrafo precedente, dal sito OBIS-SEAMAP, per l'area considerata, è stata rilevata la presenza di della tartaruga marina *Carretta caretta* con 3 osservazioni. Le tre osservazioni sono state registrate nel febbraio 2014. Questo dato mette in evidenza quanto siano scarsi i dati presenti in letteratura a riguardo di questi organismi per l'area presa in considerazione in questo studio.

4.4.5 Benthos e Biocenosi

Il benthos è una categoria ecologica che comprende tutti gli organismi che vivo a contatto con il fondale o fissati ad un substrato solido.

In esso vivono organismi, sia autotrofi che eterotrofi ,che possono strisciare o camminare sul substrato (o dentro di esso), organismi sessili o tubicoli, oppure che vivono infossati nel sedimento.

Le comunità bentoniche hanno un ruolo fondamentale a diversi livelli della rete trofica, dal riciclo dei nutrienti alla produzione secondaria; inoltre queste comunità posso 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 1mm;
- Meiobenthos, compreso tra 0,063mm e 1mm;
- Microbenthos, dimensioni inferiori a 0,063mm

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).

Non sono stati ritrovati dati specifici per l'area d'interesse, ma per completezza di trattazione di seguito vengono riportate considerazioni generali sull'ambiente bentonico di grandi profondità.

La biocenosi della zona batiale può essere scomposta in due parti (Sardà et al., 2004):

- a) Uno strato molto superficiale e fluido caratterizzato dall'antozoo *Funicolina quadrangularis* e dai crostacei *Parapenaeus longirostris* e *Nephros norvegicus*.
- b) Il fango compatto caratterizzato da specie di cnidari *Isidella elongata* e *Actinauge richardi*, I crostacei *Aristeus antennatus*, *Aristeomorpha foliacea*, *Plesionika edwardsii*, *Plesionika martia*, *Munida intermedia* ed I cefalopodi *Sepietta oweniana*, *Neorossia caroli* e *Pteroctopus tetracisrrus*.

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 sparpagliate in tutto il Mediterraneo (Pérès and Picard, 1958; Tchukhtchin, 1964; Ledoyer, 1969; Guille, 1970; Desbruyeres et al., 1972; Vamvakas, 1970 and 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 nel 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 riperimento 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 and Koppelman, 1993).

Nel bacino Nord-Occidentale, è stato mostrato come il trasporto della sostanza organica dagli strati superiori della colonna d'acqua ai 1000m di profondità, sia solamente il 10% della produzione primaria che avviene nella zona fotica (Donovaro *et al.*, 1999).

Quindi, in generale, è stato ben stabilito come l'abbondanza di metazoi nel meiobenthos diminuisca con la diminuzione dei nutrienti (De Bovée *et al.*, 1990; Tietjen, 1992; Vincx *et al.*, 1994)

In Mura e Cau (1994), per le acque prospicienti il golfo di Cagliari vengono riportate le batimetrie a cui si ritrovano diverse specie di decapodi.

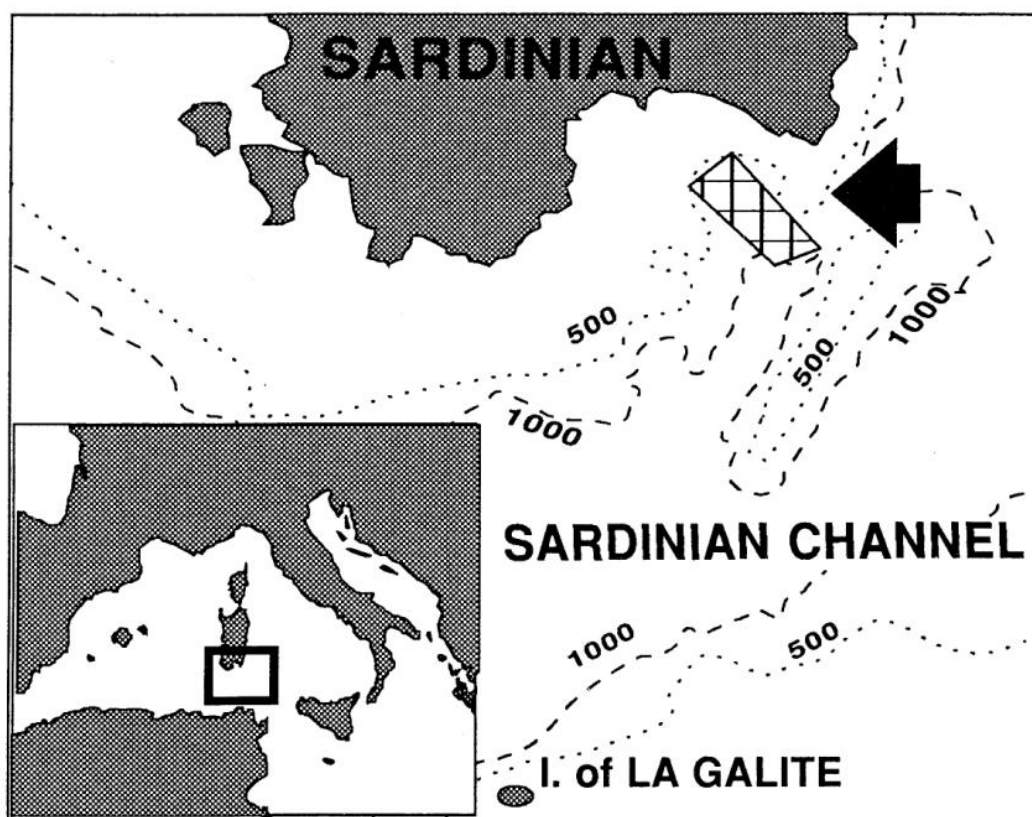


Figura 4.68 - Zona di studio nel canale Sardo (fonte: immagine tratta da Mura e Cau, 1994).

In questo studio sono state ritrovate 47 specie di decapodi, riportati nella tabella sottostante.

TABLE I

Bathyal decapod crustaceans captured in the Sardinian Channel between 500 and 1050 m, with the bathymetric range observed. The observations have been effected in two summer and winter periods, in 1989, 1990, and 1991. When depth range in winter and summer are different, they have been separately indicated.

	Winter	Summer
<i>Dardanus arrosor</i> (Herbst, 1796)		500-550
<i>Pagurus excavatus</i> Herbst, 1791		500-550
<i>Calappa granulata</i> (L., 1758)		500-550
<i>Pandalina profunda</i> Holthuis, 1946		500-550
<i>Parapandalus narval</i> (Fabricius, 1787)		500-550
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)	500-550	500-650
<i>Liocarcinus depurator</i> (L., 1758)		500-650
<i>Chlorotocus crassicornis</i> (Costa, 1871)		500-650
<i>Ebalia nux</i> A. Milne Edwards, 1883		500-650
<i>Ligur ensiferus</i> (Risso, 1816)		500-650
<i>Latreillia eelgans</i> Roux, 1830		500-650
<i>Munida intermedia</i> A. M. Edwards & Bouvier, 1899		500-6540
<i>Pagurus alatus</i> (Fabricius, 1775)		500-650
<i>Philocheras echinulatus</i> (M. Sars, 1861)		500-650
<i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)	500-650	500-750
<i>Parthenope macrochelos</i> (Herbst, 1790)	500-650	500-750
<i>Processa canaliculata</i> (Leach, 1896)	500-650	500-750
<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)	500-650	500-750
<i>Anamathia rissoana</i> (Roux, 1828)		500-750
<i>Monodaeus couchii</i> (Couch, 1851)		500-750
<i>Pasiphaea sivado</i> (Risso, 1816)		500-750
<i>Plesionika antigai</i> Zariquiey Alvarez, 1955		500-750
<i>Plesionika gigliolii</i> (Sennam, 1903)		500-750
<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851)	500-750	500-650
<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)	500-750	500-900
<i>Bathynectes maravigna</i> (Prestandrea, 1839)	500-750	700-1050
<i>Munida tenuimana</i> G. O. Sars, 1872	500-900	500-1050
<i>Pontophilus spinosus</i> (Leach, 1815)		500-900
<i>Sergestes arcticus</i> Krøyer, 1855		500-900
<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)		500-1050
<i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1882)		500-1050
<i>Paromola cuvieri</i> (Risso, 1816)		500-1050
<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862		500-1050
<i>Pontocaris lacazei</i> (Gourret, 1887)		500-1050
<i>Sergia robusta</i> (S. I. Smith, 1882)		500-1050
<i>Ergasticus clouei</i> Studer, 1883		500-1050
<i>Macropipus tuberculatus</i> (Roux, 1830)	500-1050	500-650
<i>Plesionika martia</i> (A. M. Edwards, 1883)	500-1050	500-900
<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866	500-1050	600-1050
<i>Geryon longipes</i> A. M. Edwards, 1881	500-1050	600-1050
<i>Gennadas elegans</i> (Smith, 1882)	500-1050	700-1050
<i>AcanthePHYRA pelagica</i> (Risso, 1816)	500-1050	850-1050
<i>Dorhynchus thomsoni</i> Thomson, 1873		600-1050
<i>Pontophilus norvegicus</i> (M. Sars, 1861)		600-1050
<i>Cymonomus granulatus</i> (Thomson, 1873)	850-1050	—
<i>Sergestes arachnipedus</i> Cocco, 1832	850-1050	500-750
<i>AcanthePHYRA eximia</i> S. I. Smith, 1886	1000-1050	—

Tabella 4.8- Tabella tratta da Mura e Cau (1994).

E' stato visto che la maggior parte dei decapodi vengono ritrovati tra I 550-650 metri di profondità, compresi quelli di interesse commerciale come *Nephrops norvegicus*, *Parapenaeus longirostris* *Aristaeomorpha foliacea*.

Inoltre il numero di specie decresceva con l'aumentare della profondità ed è stata anche rilevata una successione delle stesse: tra i 650 ed i 750 metri *Munida tenuimana*, *Plesionika acanthonotus* e *Polycheles typhlops* si ritrovano al posto di *Munida tenuimana*, *Plesionika acanthonotus* e *Polycheles typhlops*.

In conclusione la letteratura reperita evidenzia come, da un lato l'ambiente bentonico di profondità sia generalmente poco conosciuto, in particolare nella zona d'interesse, e dall'altro che l'abbondanza di specie che vivono in questo ambiente sia bassa e decresca con l'aumentare della profondità.

Infatti, Mura e Cau nel loro studio indicano che la maggior abbondanza di specie di decapodi edibili e di interesse commerciale come *Nephrus norvegicus* e *Parapaeneus longirostris* si trovi tra i 550-650 metri di profondità, e cioè ben al di sopra della batimetria della zona oggetto d'indagine e a diverse miglia di distanza da essa.

4.4.5.1 *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 km² ed i 50.000 km² 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 molte miglia di distanza dalle zone costiere in cui è presente *P. oceanica*, e presenta profondità molto superiori al limite inferiore di sopravvivenza di questa pianta.

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 & 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 & 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 & 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 & 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, ed offre una serie di servizi ecologici che sono stati stimati avere un valore minimo di 15 800 € per ettaro all'anno (Borum *et al.*, 2004). La canopy formata dalle foglie ed il complesso rizoma-radici, permette di ridurre l'irradiazione 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 e zone di ripopolamento ittico

La distribuzione geografica delle aree di *nursery* del nasello è stata oggetto di studio nella GSA 11, utilizzando i metodi della geostatistica (*indicator kriging* e *bayesian kriging*) sui dati raccolti durante le campagne di pesca sperimentali.

Analisi recenti (progetto *Nursery*, SIBM, MiPAAF) hanno confermato la presenza di importanti zone di concentrazione delle reclute nella regione occidentale della GSA. In particolare le reclute di nasello sono presenti in tutta l'area, principalmente tra 100 e 300 m, con maggiore persistenza al largo di Buggerru (Sardegna Sud-occidentale) (figura 2.32); alte concentrazioni di giovanili sono state rinvenute anche nella costa Nord-occidentale. In media le reclute di nasello dei *survey* autunnali erano individui più piccoli di 12,6 cm ($\pm 0,1$) e appartenenti al gruppo di età 0.

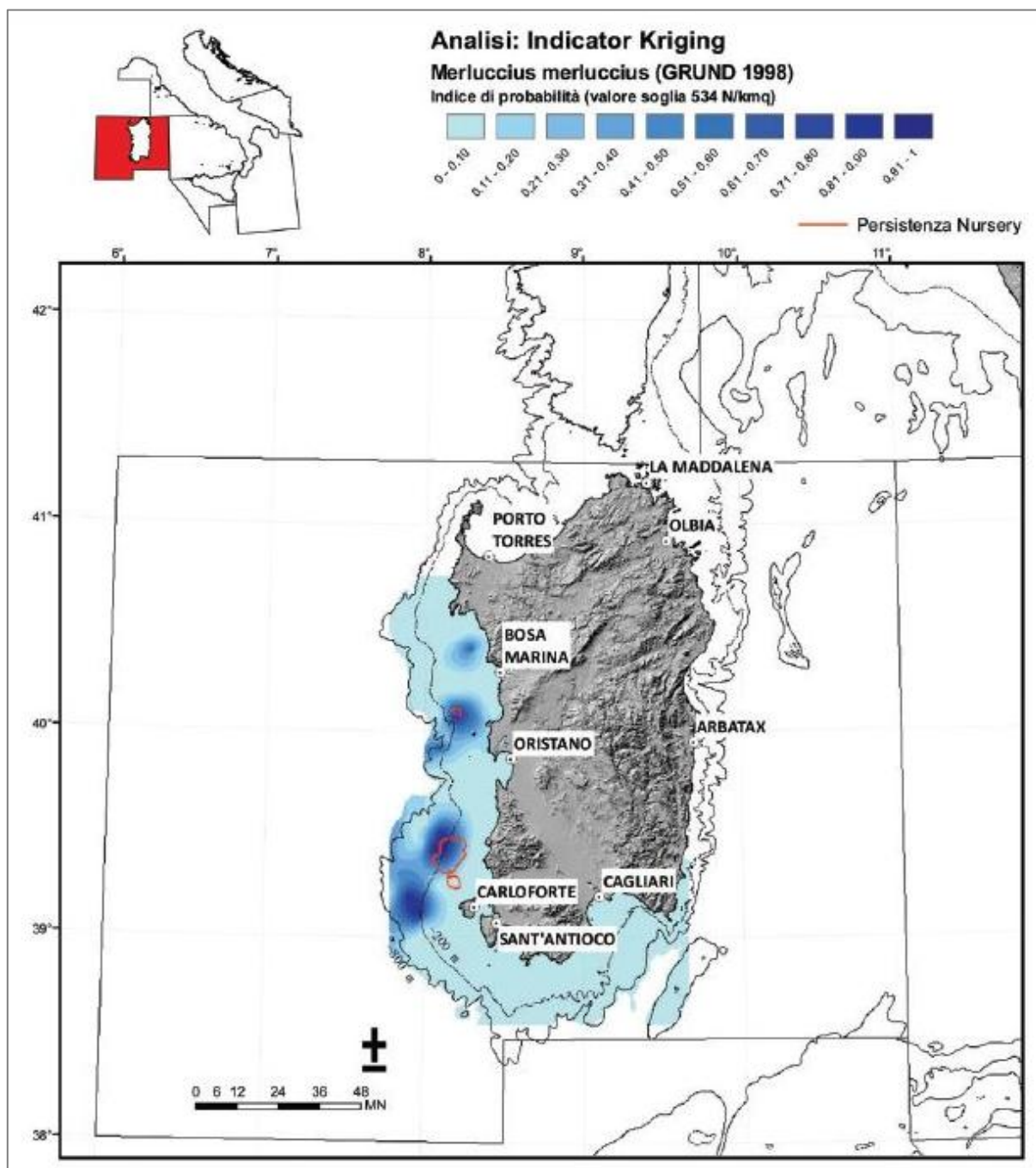


Figura 4.69 – Aree di nursery del nasello nella GSA 11, con indicazione della persistenza (fonte: Follesa et al. 2011 in: *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani, Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali*)

Le reclute di triglia di fango (*M. barbatus*) sono risultate sempre abbondanti lungo la fascia costiera della costa occidentale dell'isola, con maggiori concentrazioni a Sud dell'isola di S. Antioco e nel Golfo di Cagliari.

I giovanili del moscardino sono risultati particolarmente abbondanti lungo le coste occidentali e meridionali dell'isola; un'area di *nursery* è stata individuata al largo di Buggerru, in prossimità dell'area di reclutamento identificata per il nasello.

Il reclutamento, calcolato con i dati relativi alle campagne MEDITS (1994-2009) non ha mostrato alcuna fluttuazione annuale statisticamente significativa.

In Figura 4.69, tratta dal Laboratorio di Cartografia del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Cagliari, è possibile osservare 2 punti in cui la presenza di cefalopodi è particolarmente elevata (100-300 Kg/h), ad una profondità compresa tra i 200 ed gli 800 metri.

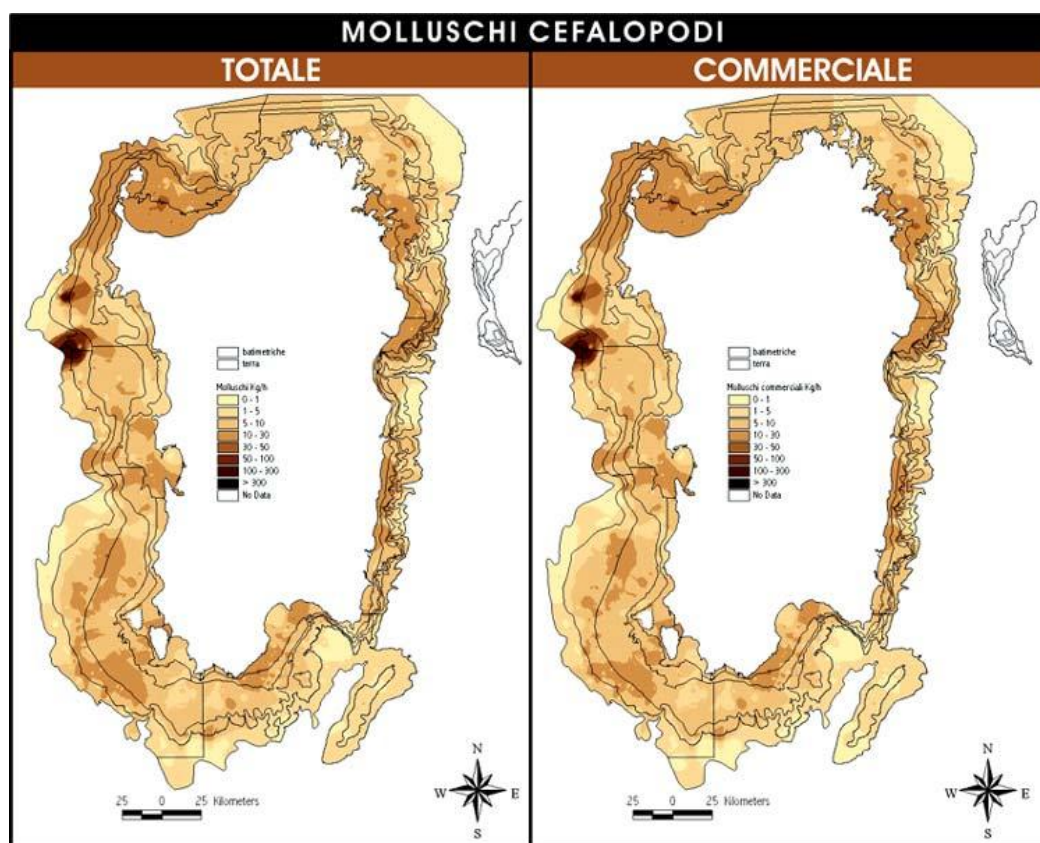


Figura 4.70 – Presenza di cefalopodi. Figura tratta dal Laboratorio di Cartografia del Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Cagliari.

All'interno della zona di istanza di permesso di prospezione non ricade nessuna area di nursery trovandosi essa a molte miglia di distanza. Anche se per il nasello si possono avere indici di probabilità di ritrovamento piuttosto elevati (0,61-70) anche tra i 200 e gli 800 metri di profondità davanti alla costa di Oristano, le batimetrie raggiunte nell'area oggetto d'esame sono molto maggiori oscillando tra i 2000 ed i 2800 metri.

La stessa considerazione viene fatta anche per la triglia di fango (*M. barbatus*) ed il moscardino (*E. moschata*), i quali mostrano rispettivamente limiti di profondità a 500 (Tserpes et al., 2002) e 366 metri (Gonzalez e Sanchez, 2002). Inoltre, per i cefalopodi in generale, si nota come lungo tutta la costa della Sardegna la profondità in cui è reperita questa specie non raggiunge mai le profondità elevate che si trovano nell'area oggetto d'indagine.

4.4.6.1 Zone di Ripopolamento

Con il Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011 sono state istituite in via sperimentale, per la tutela dell'astice, del polpo comune e del riccio di mare, delle zone di ripopolamento, le quali si trovano rispettivamente al largo di Castelsardo, a Nord di S.Vero Milis e a Sud di Capo Pecora. Quest'ultima zona è segnalata da due boe di colore giallo. Nelle aree sono vietate la pesca professionale, sportiva, amatoriale e subacquea. Successivamente, con il Decreto Regionale n. 442/Dec A/16 del 28.03.2013, tali zone di ripopolamento sono state prorogate di 12 mesi e fino alla data 1 Aprile 2014.

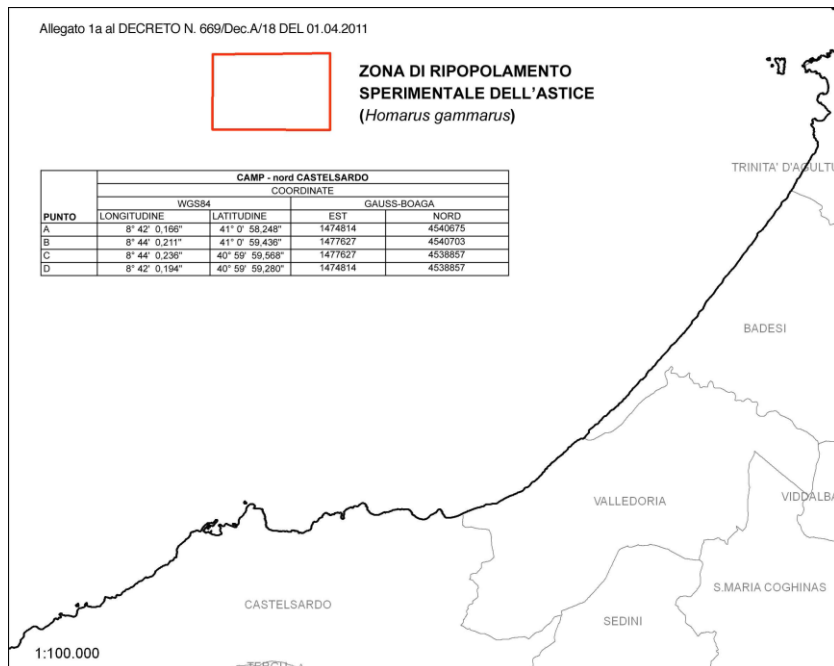


Figura 4.71 - Zona di Ripopolamento Sperimentale dell'Astice (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)

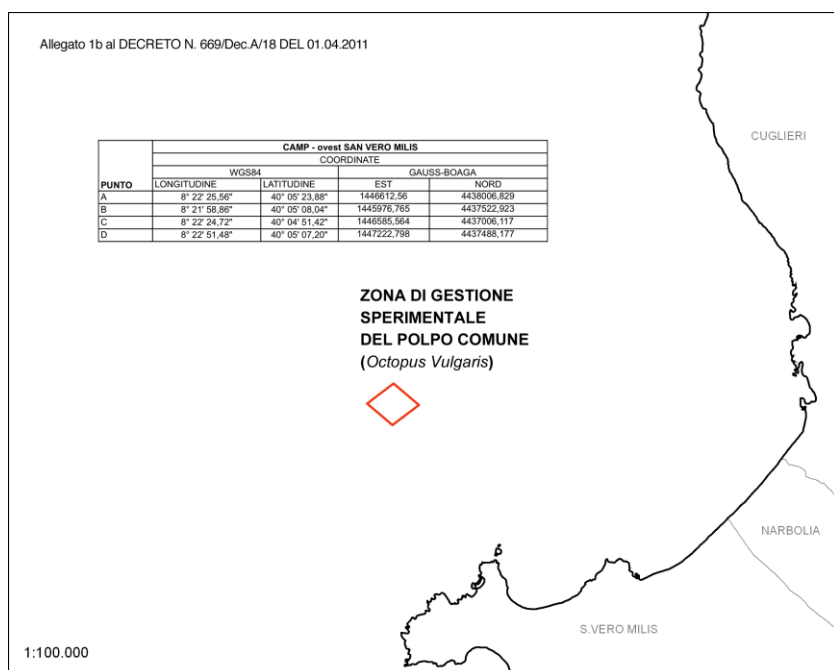


Figura 4.72 - Zona di Ripopolamento Sperimentale del Polpo Comune (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)

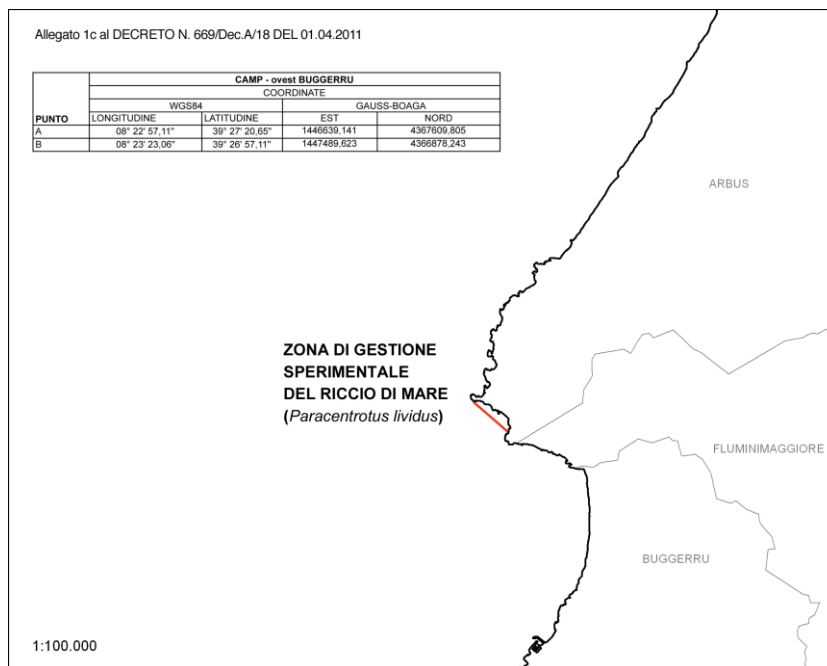


Figura 4.73 - Zona di Ripopolamento Sperimentale del Riccio di Mare (Immagine tratta dal Decreto Regionale n. 669/Dec A/18 del 01.04.2011)

Le zone di ripopolamento sopra citate non risultano più attive al momento della presentazione di questo studio, in quanto esse erano state prorogate con il Decreto Regionale n. 442/Dec A/16 del 28.03.2013 fino al 1 Aprile 2014. Ciononostante, si vuole qui precisare che tali zone si trovano sotto costa e a molte miglia di distanza dalla zona oggetto d'interesse.

4.4.7 Avifauna

Per quanto riguarda l'avifauna, l'ISPRA nella "Tutela delle Specie Migratrici e dei Processi Migratori" mette in evidenza 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 Covo, 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, in questo studio, viene riportato che gli uccelli acquatici che vengono a svernare nel nostro paese sono circa un milione e duecentomila.

Tra questi le specie 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 l'avifauna, i dati reperiti in letteratura sono stati scarsi. Lo studio dell'ISPRA sopra riportato, non riporta esplicitamente la Sardegna come luogo importante per il transito di specie migratorie. Si può ritenere quindi che la zona oggetto di studio trovandosi a notevole distanza dalle coste Sarde, non sia una rotta prevalente nelle direttrici migratorie ma si possa considerare marginale.

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 marine e costiere

4.5.1.1 Area Marina Protetta “Isola dell’Asinara” (Codice: EUAP 0552)

Nella figura sottostante si riporta la cartografica dell’area marina protetta “Isola dell’Asinara”, con riferimento alla zonazione con diverso grado di protezione ambientale.

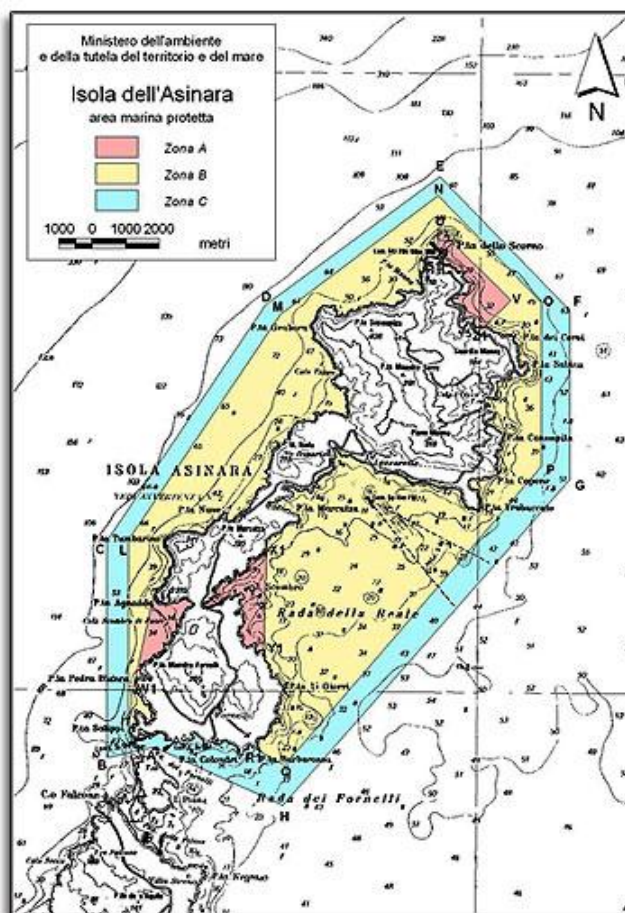


Figura 4.74 - Cartografia Isola dell'Asinara, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte: Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it)

L'Isola dell' Asinara si trova di fronte alla Punta di Capo Falcone, estremo lembo a nord-ovest della Sardegna, appena distanziata dalla piccola Isola Piana. Geograficamente è compresa tra punta Salippi, l'estremo sud orientale, e punta dello Scorno, che segna l'estremo limite settentrionale.

La sua posizione, in continuità con l'Isola madre, e la sua forma a lieve arco, concorrono a chiudere a nord-ovest il grande Golfo che da essa prende il nome. L'Area Marina Protetta circonda l'Isola dell'Asinara e ha un'estensione di circa 108 km². L'area marina, così come quella terrestre, è suddivisa in zone con un diverso grado di protezione ambientale: zona A, di riserva integrale; zona B, di riserva generale; zona C, di riserva parziale.

Le zone A, dove l'accesso è completamente interdetto, sono localizzate in tre aree: nel tratto di mare compreso tra Punta dello Scorno e Punta del Porco, nel tratto di mare compreso tra Punta l'Arroccu e Punta Galetta e il tratto di mare compreso tra Punta Pedra Bianca e Punta Agnadda. Le zone A coprono circa il 5% dell'intera area protetta, mentre la Zone B e C coprono, rispettivamente, 65% e il 30% dell'Area Marina Protetta.

L'isola fu abitata fin dall'epoca romana ed era in stretto contatto con la vicina colonia di Turris Lybissonis, l'odierna Porto Torres. A testimonianza di ciò si possono prendere in considerazione diversi relitti di navi romane, individuati attorno all'isola. Uno di questi è stato rinvenuto nella rada della Reale. Il suo carico era costituito prevalentemente da anfore contenenti pesce e salse di pesce, alla base dell'alimentazione del tempo. Il relitto è ora visibile a pochi metri di profondità, a breve distanza dal molo di Cala Reale.

L'ambiente marino costituisce per l'Asinara un elemento di notevole interesse scientifico e naturalistico. Per la particolare conformazione dei fondali presenta una grande eterogeneità di macro e microambienti, ma possono essere distinti due versanti principali in base alle caratteristiche morfologiche e di esposizione: il versante occidentale, caratterizzato da ripidi pendii che continuano nella parte sommersa; la morfologia del fondo marino è costituita da falesie ricche di anfratti, canali e spaccature, la piattaforma in alcuni punti sprofonda raggiungendo rapidamente la profondità di 50 m. In tutto il versante occidentale sono da ricordare alcuni singolari paesaggi vegetali, dominati da grandi alghe brune di origine atlantica, quali *Cystoseira*, *Sargassum*, *Dictyopteris* e *Phyllariopsis*.

Il versante orientale, caratterizzato da coste basse, discende gradualmente fino ad una profondità massima di 50 m che viene raggiunta ad una distanza di circa 3 miglia dalla costa. Il fondo è costituito prevalentemente da un basamento formato da scisti e attraversati da filoni, vene di quarzo e da substrati incoerenti formati da sabbie grossolane di detrito organogeno, da cui emergono frequentemente grossi affioramenti rocciosi.

Per quanto riguarda le comunità zoo e fitobentoniche, il piano sopralitorale presenta la tipica strutturazione del Mediterraneo nord-occidentale, mentre nel mediolitorale la comunità biologica assume estremo interesse per la presenza di due specie di particolare rilevanza naturalistica: l'alga rossa incrostante *Lithophyllum lichenoides* (L.) e *Patella ferruginea* (Gmelin).

In AMP sono state inoltre rilevate estese praterie della pianta marina *Posidonia oceanica*, specie, questa, che caratterizza un habitat estremamente importante in termini di consolidamento del sedimento, ossigenazione dell'acqua e biodiversità.

A livello dei rizomi possono essere riscontrate specie di ambienti più profondi. Fra queste spicca il bivalve *Pinna nobilis* (specie di interesse comunitario e oggetto di studi specifici da parte del Parco).

L'habitat a *Posidonia oceanica* è inserito nell'Allegato I della Direttiva Habitat come habitat prioritario, la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione.

Oltre alle già citate *L. lichenoides* e *P. oceanica* o ancora la feoficea *Laminaria rodriguezii*, in tutto il versante occidentale sono da ricordare alcuni singolari paesaggi vegetali, dominati da grandi alghe brune di origine atlantica, quali *Cystoseira*, *Sargassum*, *Dictyopteris* e *Phyllariopsis*.

Le comunità vegetali che caratterizzano i diversi piani fitali sono descritte di seguito:

Piano Mediolitorale (zona che si trova tra il livello dell'alta e quello della bassa marea). Nell'isola la variazione del livello di marea è di poche decine di centimetri per cui i limiti del piano vengono in realtà definiti dall'ampiezza del moto ondoso. Le specie vegetali che colonizzano il mediolitorale dell'isola sono

osservabili soprattutto durante il periodo autunno-invernale. Si tratta di specie stagionali che chiudono il loro ciclo biologico durante l'estate quando, in concomitanza dei lunghi periodi di calma e quindi di emersione, si registrano le condizioni più limitanti. La parte più alta del piano presenta quasi esclusivamente la feoficea incrostante *Hapalospongidion macrocarpum* (Feldman) León Álvarez et González. Nella parte mediana le cinture sono costituite da *Nemalion helminthoides* (Velley) Batters e *Rissoella verruculosa* (Bertoloni) J. Agardh. Queste due alghe sono state rinvenute soprattutto in siti ad elevato idrodinamismo.

Nel versante orientale vengono spesso vicariate da *Enteromorpha compressa* (L.) Nees e, in corrispondenza di arricchimenti organici come negli isolotti di fronte a Punta Sant'Andrea, da *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link.

Nella parte inferiore del piano sono abbondanti *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, la feoficea *Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug, le cianofitiche *Rivularia bullata* (De Candolle) Berkeley e *Rivularia atra* Roth ex Bornet et Flahault, l'ulvofocea *Bryopsis muscosa* Lamouroux, le rodofitiche *Ceramium rubrum* f. *typicum* Reinke e *Gelidium spathulatum* (Kützting) Bornet.

All'interno delle grotte medio litorali sono state rinvenute *Valonia utricularia* (Roth) C. Agardh, *Hildebrandia rubra* (Sommerfelt) Meneghini e la corallinacea *Phymatolithon lenormandii* (Areschoug) Adey.

Nel Piano Infralitorale, da un punto di vista biologico, i limiti superiori vengono indicati dalla scomparsa di *Lithophyllum byssoides* o dell'alga bruna incrostante *Nematoderma tingitanum* Schousboe ex Bornet e dalla comparsa di specie appartenenti per esempio al genere *Cystoseira*; il limite inferiore è invece indicato dalla scomparsa di *Posidonia oceanica* (L.) Delile o dei popolamenti definiti fotofili.

Fra le alghe caratterizzanti i substrati duri dei primi tre metri di profondità si ricordano *Cystoseira amentacea* var. *stricta* (Montagne), *Laurencia obtusa* (Hudson), *Jania rubens* (L.) Lamouroux, *Dilophus spiralis* (Montagne). A partire da questa profondità si afferma una comunità, che colonizza gli ambienti maggiormente illuminati, caratterizzata da: *Dictyota dichotoma*, *Stypocaulon scoparium* (L.) Kützting, *Acetabularia acetabulum* (L.) Silva, *Padina pavonica* (L.) Thivy, *Amphiroa rigida* Lamouroux e *Cladostephus spongiosus* (Hudson) C. Agardh.

Una seconda comunità è stata rinvenuta all'interno di anfratti e su strapiombi esposti a nord; le specie più abbondanti sono risultate *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse, *Peyssonnelia bornetii* Boudouresque et Denizot, *Halimeda tuna* (Ellis et Solander) Lamouroux, *Acrosymphyton purpuriferum* (J. Agardh) Sjöstedt e *Plocamium cartilageum* (L.) Dixon.

Fra la vegetazione che caratterizza i substrati mobili spicca la già citata *Posidonia oceanica*. Nelle zone più superficiali del versante orientale si affermano altre comunità rizofitiche (formate cioè da vegetazione provvista di strutture radicali) dominate da *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson e *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux.

Per quanto riguarda le specie ittiche, all'Asinara si possono ritrovare: corvine, dentici, saraghi, spigole, scorfani, triglie e tra le altre anche esemplari di notevoli dimensioni di cernia bruna. Tra i crostacei occorre ricordare l'aragosta (*Palinurus elephas* Fabr.), rinvenibile nella fase adulta a profondità comprese tra 15 e 100 m e la cicala di mare o magnosa (*Scyllarides latus* Letr.), inserita nella lista delle specie da proteggere perché fortemente minacciata dal prelievo indiscriminato.

Infine è possibile rinvenire nelle acque prospicienti l'isola tursiopi e altri cetacei, tra i quali balenottere e capodogli, che hanno determinato l'inclusione del mare dell'Asinara all'interno del progetto internazionale di conservazione della fauna pelagica del Mediterraneo, denominato Santuario dei Cetacei.

Tra le specie peculiari della zona, si ricorda *Lithophyllum lichenoides* (o anche *L. byssoides*) è un'alga rossa calcarea, a tallo incrostante presente soprattutto nel bacino occidentale del Mediterraneo; questa specie si sviluppa generalmente su substrati duri, in un intervallo batimetrico molto ridotto. Dove le condizioni ecologiche lo permettono, quest'alga può formare delle concrezioni calcaree di notevole spessore. Le popolazioni di *Lithophyllum lichenoides* sono risultate sensibili a diverse forme di inquinamento superficiale del mare, mostrando una forte regressione lungo le coste del Mediterraneo, dove è ormai diventato sempre più raro ritrovare delle bioconcrezioni al massimo della loro potenzialità di sviluppo; pertanto l'alga è stata inserita nelle principali direttive di conservazione internazionali.

Patella ferruginea è una specie minacciata di estinzione a causa dell'irrazionale prelievo da parte dell'uomo, soprattutto durante il delicato periodo riproduttivo. Lo studio di definizione del Parco Nazionale dell'Asinara ha evidenziato la presenza nell'isola di entrambe le varietà, *P. ferruginea lamarcki* e *P. ferruginea rouxi*, la prima è presente soprattutto nella costa esposta ad est, mentre la seconda è maggiormente rappresentata nel versante occidentale.

4.5.1.2 Area Marina Protetta "Capo Caccia" (Codice: EUAP 0554)

Sono riportate di seguito la cartografica dell'area marina protetta "Isola dell'Asinara", con riferimento alla zonazione con diverso grado di protezione ambientale, e la tabella riassuntive l'estensione dell'area marina nel suo complesso ed anche le singole zone a diverso regime di tutela.

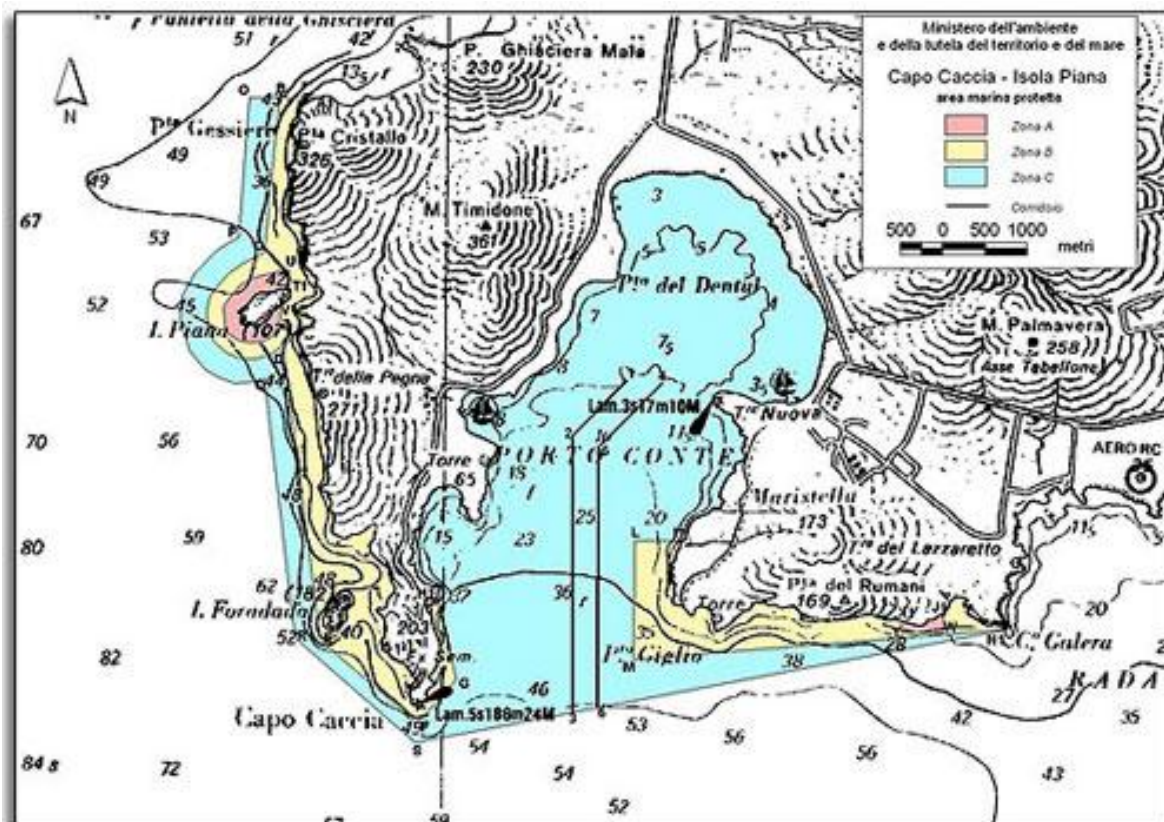


Figura 4.75 - Cartografia di Capo Caccia, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte: Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it)

Zona	Superficie - ettari	Linea di costa - metri
Zona A	38	1.960
Zona B	547	17.975
Zona C	2.046	16.209
Totale	2.631	36.144

Tabella 4.9 - Estensione dell'area marina e delle singole zone a diverso regime di protezione (Fonte: www.ampcapocaccia.it).

Le zone A di riserva integrale sono due e comprendono i seguenti tratti di mare:

- il tratto di mare ad Ovest dell' Isola Piana per una distanza di 200 m dalla costa;
- il tratto di mare in corrispondenza di Punta Sant' Antonio, nei pressi di Porto Agra.

Le zone B di riserva generale sono due e comprendono i seguenti tratti di mare:

- la zona occidentale della penisola di Capo Caccia da Punta delle Gessiere al promontorio di Capo Caccia e una porzione della parte orientale fino a Cala del Bollo;
- la zona orientale di Porto Conte compresa tra la Punta del Cerchio e Punta Giglio, e la falesia di Punta Giglio dall'omonimo capo a Capo Galera.

La zona C di riserva parziale comprende la maggior parte della Baia di Porto Conte e la fascia di mare attorno alla zona B.

Di seguito viene riportata la mappa in cui sono evidenziate le biocenosi bentoniche presenti nell'area.

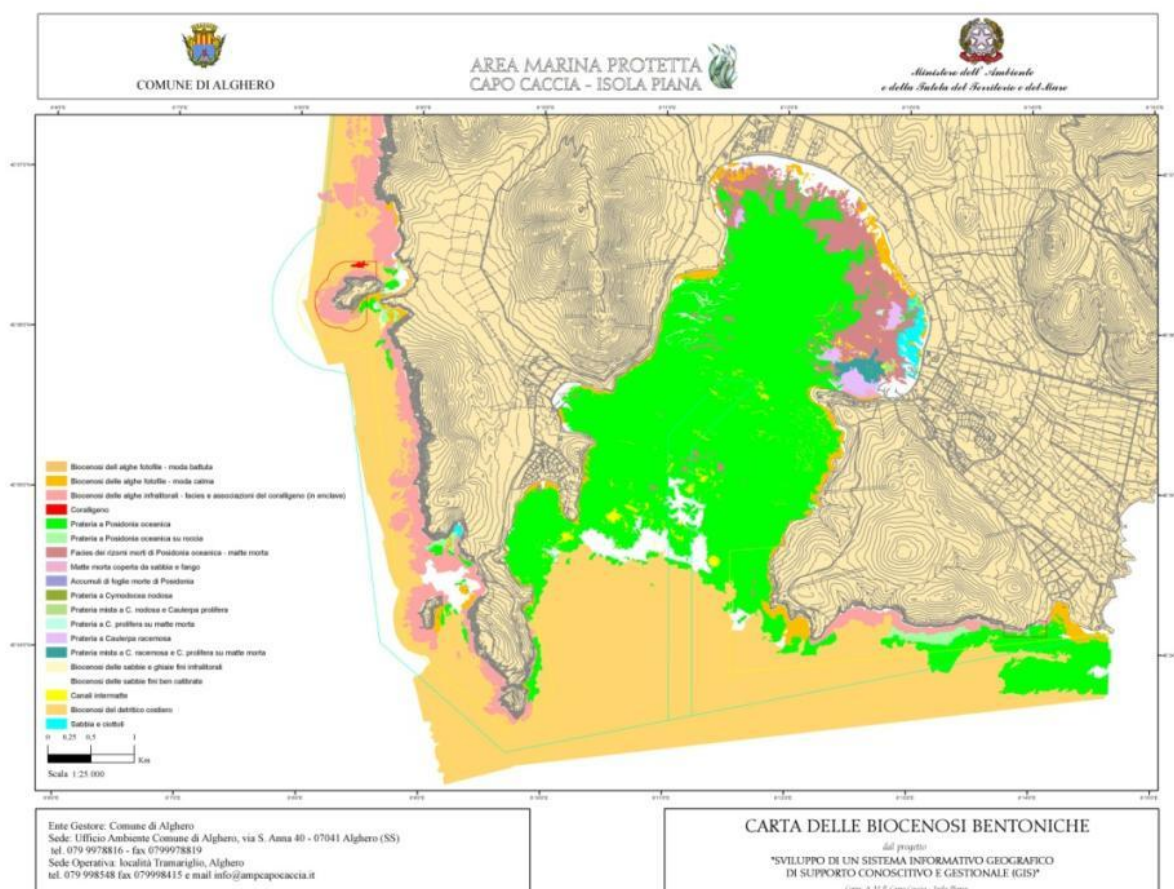


Figura 4.76 - Biocenosi bentoniche presenti nell'area marina protetta di Capo Caccia (Fonte: www.ampcapocaccia.it)

4.5.1.3 Area Marina Protetta “Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre” (Codice: EUAP 0951)

L’Area Marina Protetta “Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre” è stata istituita secondo la Legge 979 del 1982, integrata dalla Legge 394 del 1991, con decreto del Ministero dell’Ambiente del 12 dicembre 1997, rettificato con il decreto Ministeriale del 17 Luglio 2003, aggiornato con il decreto ministeriale del 20 Luglio 2011, che aggiorna la perimetrazione dell'area marina protetta, e con il decreto ministeriale n. 188 del 20 Luglio 2011, cosiddetto regolamento di disciplina delle attività consentite all’interno dell’area marina protetta.

Secondo il nuovo Decreto Ministeriale l’area di mare protetto occupa una superficie di circa 25 mila ettari ed è suddivisa in zone con diversi gradi di tutela. Esistono le zone “A”, “B” e “C” a diverso grado di utilizzo in maniera da rendere concreta la fruizione sostenibile dell’area.

Di seguito viene riportata la cartografia dell’area marina protetta della Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre.

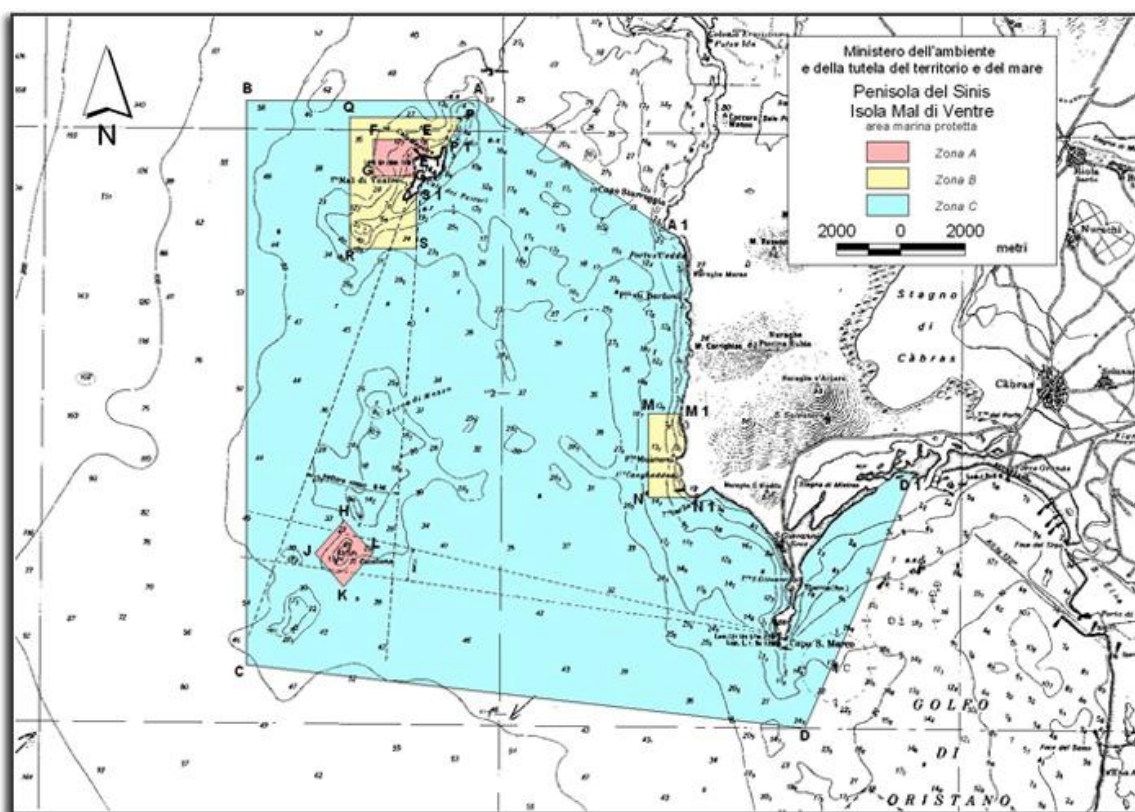


Figura 4.77 - Cartografia della Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre, con indicazione delle zone A, B e C. (Fonte: Sito del Ministero dell'Ambiente; www.minambiente.it).

La zona di riserva integrale A, è quella più piccola e prevede un grado di tutela , appunto, integrale. Comprende la parte settentrionale dell’Isola di Mal di Ventre e lo scoglio del Catalano, posto al centro di un quadrato con i vertici posti a 1000 metri dallo stesso in direzione dei 4 punti cardinali. La Zona A ha un elevato livello di protezione degli habitat e delle specie. In essa è consentito l’accesso ai soli mezzi e al personale autorizzati per la ricerca e la sorveglianza.

Nella zona di riserva generale B, tutte le attività devono essere improntate a criteri di uso compatibile della risorsa, con il controllo del numero degli utilizzatori e dei suoi metodi di utilizzo. Sono consentite le attività

secondo le modalità stabilite dall'Ente Gestore, alcune delle quali previa autorizzazione, attraverso il Regolamento di disciplina ed il Regolamento di esecuzione e di organizzazione dell'area marina protetta.

La zona C, è quella di tutela parziale. In questa Zona sono consentite quelle attività che non confliggono con le finalità istitutive e comunque secondo le modalità stabilite dall'Ente Gestore, alcune delle quali previa autorizzazione, attraverso il Regolamento di disciplina ed il Regolamento di esecuzione e di organizzazione dell'area marina protetta. Con l'ultimo Decreto Ministeriale quest'ultima viene estesa fino al tratto di costa compreso tra la bocca della laguna di Mistras e l'uscita del canale Scolmatore.

L'istituzione dell'Area Marina Protetta "Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre" persegue la protezione ambientale dell'area interessata e si prefigge le seguenti finalità:

- La tutela e la valorizzazione delle caratteristiche naturali, chimiche, fisiche e della biodiversità marina e costiera, con particolare attenzione alla Posidonia oceanica, anche attraverso interventi di recupero ambientale;
- La promozione dell'educazione ambientale e la diffusione delle conoscenze degli ambienti marini e costieri dell'area marina protetta, anche attraverso la realizzazione di programmi didattici e divulgativi;
- La realizzazione di programmi di studio, monitoraggio e ricerca scientifica nei settori delle scienze naturali e della tutela ambientale, al fine di assicurare la conoscenza sistematica dell'area;
- La promozione dello sviluppo sostenibile dell'area, con particolare riguardo alla valorizzazione delle attività tradizionali, delle culture locali e del turismo ecocompatibile, alla canalizzazione dei flussi turistici in mare e lungo la fascia costiera, ed alla fruizione da parte delle categorie socialmente sensibili, potendosi prevedere che le predette attività siano svolte prioritariamente o esclusivamente dai cittadini residenti e da imprese e associazioni aventi sede nel Comune di Cabras.

L'area marina protetta "Penisola del Sinis – Isola di Mal di Ventre", è una terra di straordinario coinvolgimento emotivo per la varietà e la bellezza dei suoi paesaggi naturali e antropici e per la ricchezza di testimonianze culturali. Luoghi segnati dal clima, che mostrano ad ogni stagione un aspetto diverso e autentico, in cui è comunque evidente la presenza antropica e i mutamenti che con il trascorrere del tempo ha generato sul territorio. Sono proprio le risorse naturali, della terra e del mare, che rendono questo patrimonio naturale e culturale come unico ed inconfondibile nel contesto mediterraneo occidentale.

L'area archeologica di Tharros, testimonianza della intensa attività dell'uomo del passato, ne è un esempio significativo, come pure il gran numero di siti nuragici e di altri monumenti. Si aggiungono poi gli insediamenti umani più recenti, come la peschiera Pontis e le altre strutture collegate alle attività lavorative e sociali.

È nella primavera che l'area del Sinis offre una straordinaria rappresentazione di colori, di profumi e di suoni quando, rinnovando l'ambiente naturale, interrompe il silenzio che avvolge la Penisola d'inverno. Facile, quindi, assistere a tante ed indimenticabili sorprese che per gran parte dell'anno assicurano un'atmosfera serena e suggestiva, specie in quei luoghi in cui è presente una vegetazione e una flora unica e rara che attira numerose specie animali.

Il territorio di Cabras è ricco di peculiarità, suggestioni e valori che la sua gente è riuscita a conservare fino ai giorni nostri. Poterlo fruire in maniera sostenibile, lasciandolo in eredità alle generazioni future, è la strada che si deve percorrere tutti insieme.

Il mare, le spiagge, le falesie, gli stagni, le distese di macchia mediterranea, l'ambiente rurale, rappresentano le diverse "facce" attraverso le quali il Sinis di Cabras si presenta e si propone agli occhi dei visitatori.

È anche vero che alcune zone interne della penisola del Sinis sono state intensamente trasformate dalle attività agricole e dalle bonifiche che ne hanno alterato la naturalità, che rimane alta lungo la costa e sulle piccole isole, e in buona parte delle lagune. Proprio su queste aree ad elevata naturalità si sviluppano le pagine che seguono per far comprendere meglio il Sinis di Cabras ed il suo straordinario patrimonio ambientale e naturale.

Un percorso che partendo dal mare aperto consente di scoprire ambienti differenti, tuffandosi nei fondali prospicienti la penisola del Sinis, passando per il sistema delle piccole isole, la costa alta e bassa ed arrivando, attraverso l'ambiente rurale, alle lagune e agli stagni.

Un paesaggio di Sardegna che per ragioni ambientali ed antropiche appare differente e originale rispetto alle altre zone dell'isola. Un territorio che mostra allo stesso tempo gli aspetti della trasformazione operata dall'uomo e un carattere selvaggio.

L'ambiente marino è caratterizzato da fondali con un'elevata varietà morfologica che favoriscono la presenza di specie che concorrono a costituire habitat differenti, come le praterie di *Posidonia oceanica*, le formazioni a precoralligeno e coralligeno e che giocano un ruolo fondamentale nella varietà del paesaggio e dei colori. Nella piattaforma sommersa antistante la penisola del Sinis, parallelamente alla costa, è si sviluppa una lunga dorsale che collega l'isola di Mal di Ventre, caratterizzata da grandi blocchi granitici e anfratti, allo scoglio del Catalano, con profonde falesie di rocce basaltiche e piccole grotte. Salendo dalla profonda scarpata, verso la costa, arrivando nei bassifondi costieri si individuano antiche linee di spiaggia, corrispondenti alle pause della risalita del livello del mare, avvenuta a partire da circa diciottomila anni fa, le più recenti delle quali sono parallele alla costa di San Giovanni di Sinis.

Attorno all'Isola di Mal di Ventre, unico residuo di un esteso affioramento granitico che in tempi remotissimi bordava tutta la costa occidentale della Sardegna, sono state delimitate una Zona A - di tutela integrale e una Zona B - di Tutela generale. Intorno allo scoglio del Catalano, dicco vulcanico originato da un centro di emissione secondaria di lava basaltica, di colore quasi nero, si estende per un raggio di circa 1000 metri e una superficie di circa 320 ha, l'altra delle due Zone A - di tutela integrale dell'Area Marina Protetta.

Nei tratti bassi della costa si sono deposte spiagge di sabbia e granuli di quarzo ai quali si deve buona parte della fama del Sinis di Cabras. I tratti alti, le falesie, sovrastano il mare come il naturale belvedere che si affaccia sull'Isola di Mal di Ventre, verso nord, e sullo scoglio del Catalano, verso sud.

L'oasi di Seu rappresenta, invece, un'area estesa poco meno di 100 ettari, ma caratterizzata da un elevato pregio naturalistico, fortunatamente scampata all'azione dell'uomo che ha invece interessato il territorio circostante. Frequentata e occupata in età nuragica (1500-1000 a.C.), per la posizione strategica nel territorio del Sinis, venne poi utilizzata da Fenici e Cartaginesi per le cave di arenaria presenti a punta Maimoni. Nel 1500 d.C. venne eretta la caratteristica torre di avvistamento spagnola, cd. Torre del Sevo o Turr'e Seu, che da il nome all'omonimo promontorio. La storia recente vede Seu, dai primi del secolo scorso, proprietà privata e "area di notevole interesse faunistico" (art. 38 comma 1 del Piano Paesaggistico Regionale approvato nel 2006).

Dal punto di vista vegetazionale Seu conta più di 300 specie, quasi tutte spontanee. Alcune, come il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), il fico (*Ficus carica*) e il fico d'India (*Opuntia ficus-indica*) si considerano introdotte. Tra queste, spicca il pino d'Aleppo, che introdotto a Seu agli inizi del secolo scorso, ha trovato il suo ambiente ideale essendo presente una piccola e rigogliosa pineta. I differenti habitat dell'oasi di Seu sfumano l'uno nell'altro: dalla macchia mediterranea alle dune marittime, a quelli costieri e della vegetazione alofitica. Arbusti e piccoli alberi sempre verdi, modellati dal vento, costituiscono una macchia mediterranea fitta e a volte impenetrabile all'uomo: il nascondiglio perfetto per molti piccoli animali. Le

essenze caratteristiche sono il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il cisto di montpellier (*Cistus monspeliensis*) o quello rosso (*Cistus creticus*), la fillirea (*Phillyrea angustifolia*). Non mancano il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), specie endemica, l'olivo (*Olea europaea*), lo smilace (*Smilax aspera*), la spazzaforno (*Thymelaea hirsuta*). Da sottolineare la presenza della palma nana (*Chamaerops humilis*), specie di interesse fitogeografico. Nella parte a nord, dalla spiaggia di Moimoni, anche se con un'estensione limitata, inizia un complesso sistema dunale che evolve in gariga nella parte orientale.

La vegetazione dunale è caratterizzata dalla presenza di specie psammofile con apparati radicali molto sviluppati che si ancorano nella sabbia alla ricerca dell'acqua. Possiamo trovare il giglio di mare (*Pancratium maritimum*), l'eringio marittimo (*Eryngium maritimum*), il ravastrello (*Cakile maritima*) e il poligono marittimo (*Polygonum maritimum*). Alcune specie riescono a trattenere la sabbia e consolidare così il retro spiaggia e le dune: la santolina delle spiagge (*Otanthus maritimus*), alla gramigna della spiagge (*Agropyron junceum*), l'ammofila arenaria (*Ammophila arenaria*), la crucianella di mare (*Crucianella maritima*), il giunco marittimo (*Juncus maritimus* Lam.), e l'efedra (*Efedra distachya*), quest'ultima specie di interesse biogeografico.

La zona della gariga presenta l'elicriso (*Helichrysum italicum*), accompagnato da piccoli arbusti come la lavanda selvatica (*Lavandula stoechas*) e il rosmarino. In prossimità della costa rocciosa, zona caratterizzata da elevata salinità, mancanza d'acqua, elevate variazioni di temperatura e di vento, troviamo infine la vegetazione rupicola: cespugli di limonium (*Limonium tenuifolium*), specie endemica, la canforata di montpellier (*Camphorosma monspeliaca*), la frankenia (*Frankenia hirsuta*), la piantaggine (*Plantago* spp.). Altre specie vegetali di particolare interesse sono il *Limonium pseudolaetum*, presente all'interno degli allegati della Direttiva Habitat, e per la loro importanza biogeografia, *Viola arborescens*, *Coris monspeliensis* e *Cynomorium coccineum*. L'oasi di Seu riveste un ruolo importante a livello naturalistico anche per la presenza di rettili e uccelli. La testuggine comune (*Testudo hermanni*), testuggine marginata (*Testudo marginata*) e qualche esemplare di *Testudo graeca*.

Seu costituisce infine un luogo dove molte specie riescono a trovare un ambiente poco disturbato e ancora intatto, ricco di piccoli invertebrati.

Per quanto riguarda le zone umide, l'origine degli stagni del Sinis è dovuta all'isolamento di tratti di mare determinato dalla formazione di cordoni sabbiosi, paralleli alla costa: esempio evidente è la laguna di Mistras.

Tutto deriva dal naturale e progressivo riempimento di sedimento che ha modellato il paesaggio di pianura entro il quale si sono evolute le zone umide, così come oggi le vediamo. La loro evoluzione è legata all'accumulo progressivo di detriti e di sedimenti, trasportati dai fiumi verso il mare, e da questo "ricacciati", per così dire, verso la costa. Sono questi due fenomeni opposti, che nel tempo hanno determinato l'accumulo di detriti e che, progressivamente, sono "cresciuti" in altezza fino a riaffiorare in corrispondenza del punto di equilibrio tra le due opposte forze. Diversa è invece l'origine degli stagni retrodunali di "Chea Sa Zibba" e "Mari Ermi", senza alcuna comunicazione diretta col mare, se non nei momenti di burrasca: sono stagni temporanei, soggetti al completo prosciugamento durante la stagione calda e secca, le cui acque provengono dal mare che supera il cordone di sabbia (anche infiltrandosi tra la sabbia) e dal dilavamento da parte delle acque meteoriche del territorio retrostante. Lo stagno e la laguna di Mistras, sono grandi sistemi di acque in continuo, anche se a volte lento, movimento: masse d'acqua dolci e salate che miscelandosi favoriscono la montata dei pesci nelle lagune, attraverso le bocche di comunicazione con il mare e i canali. In considerazione dell'elevato valore naturalistico e ambientale, e per le necessità di conservazione tali zone umide costiere sono tutelate da convenzioni internazionali e da

differenti livelli normativi. Sono identificati, infatti, come Siti Ramsar (Zone Umide di Importanza Internazionale), Siti di Interesse Comunitario, ai sensi della Direttiva Comunitaria 92/43 e Zona di Protezione Speciale, secondo quanto previsto della Direttiva Uccelli 2009/147/CE che sostituisce la precedente Direttiva 79/406/CEE).

Tra la costa e le zone umide si estende un vasto altipiano che, nel punto più alto, raggiunge la quota di circa 90 metri. Qui, come le tessere di un mosaico, ambiente rurale e ambiente naturale si alternano in modo irregolare. Nella zona di Su Pranu, la parte più meridionale dell'altipiano, le zone agricole occupano i terreni dissodati dai grossi massi basaltici, mentre verso da ampi accumuli sedimentari calcarei. Una costellazione di cumuli di massi basaltici, a volte in buono stato di conservazione, è la traccia della presenza passata delle popolazioni nuragiche, che erigevano i nuraghi, le caratteristiche torri. Le aree ancora integre, risparmiate dall'espansione agricola, sono occupate da una fitta macchia mediterranea: lentisco (*Pistacia lentiscus*), cisto (*Cistus monspeliensis*), mirto (*Myrtus communis*) ed altri arbusti intercalati da zone destinate al pascolo di greggi e bestiame. Da qui il panorama è una vista a 360 gradi del territorio della Penisola del Sinis: da nord, in senso orario, Capo Mannu, estremità settentrionale della Penisola, lo Stagno di Sale Porcu, che in estate si prosciuga lasciando spazio ad un'estesa salina, lo stagno di Cabras e le paludi satellite, ricchi di avifauna di particolare valore naturalistico, il paese di Cabras e il piccolo villaggio di San Salvatore. Tra l'altipiano e lo stagno, e poi oltre, il territorio è quello tipico rurale, destinato all'uso agricolo: a volte per le produzioni di pregio della zona, come quelle del melone e del carciofo, e altre per la coltivazione della vite e dell'ulivo. Continuando si vede poi la laguna di Mistras e il Golfo di Oristano, San Giovanni di Sinis e Capo San Marco. La visuale a occidente abbraccia tutta l'Area Marina Protetta andando oltre allo scoglio del Catalano e all'Isola di Mal di Ventre. Termina verso nord con le falesie di Su Tingiosu.

4.5.1.4 Santuario dei Cetacei "Pelagos"

Il Santuario dei Cetacei Pelagos non ricade entro la zona di indagine, ma vista la sua importanza, e vicinanza, ne verrà data una descrizione.

L'idea della creazione di un Santuario dei cetacei nel Mediterraneo, nacque in seguito a numerosi studi svolti, che dimostrarono la considerevole ricchezza di vita pelagica in questa porzione di mare. Il tratto di mare compreso tra Liguria, Provenza e Sardegna settentrionale è interessato dalla straordinaria presenza nei mesi estivi di cetacei di tutte le specie regolari del Mediterraneo, dovuta all'elevata quantità di sostanze nutritive che risalgono dai fondali grazie a caratteristiche oceanografiche già note connesse al particolare regime di correnti di risalita denominate "upwelling" che innescano catene trofiche di rilevante abbondanza e diversità, creando le condizioni ideali per l'alimentazione dei cetacei.

In questa zona sono presenti: balenottere comuni (*Balaenoptera physalus*) e stenelle (*Stenella coeruleoalba*), la cui presenza, maggioritaria tra tutte le specie di cetacei presenti nell'area è stimata, rispettivamente, in circa 2000 e circa 25.000 esemplari geneticamente distinti dalle conspecifiche dell'Atlantico orientale e quindi probabilmente isolate e stanziali del mar Mediterraneo; capodogli (*Physeter catodon*), globicefali (*Globicephala melas*), grampi (*Grampus griseus*), tursiopi (*Tursiops truncatus*), zifi (*Ziphius cavirostris*), delfini comuni (*Delphinus delphis*). Un primo passo per una politica di tutela di queste specie fu intrapreso con i D.M. della Marina Mercantile del 18.07.90, del 22.05.91 e del 19.06.91 che istituirono una zona di tutela biologica ed il divieto di utilizzo delle reti derivanti nel tratto di mare compreso tra Punta Mesco (confine est ligure), Capo d'Antibes e Capo Corso; nello stesso periodo, analoghe considerazioni portarono alla proposta di istituzione di un'area marina protetta nella zona, concepita dall'Istituto Tethys e presentata nel Principato di Monaco nel marzo 1991 con il nome di "Progetto Pelagos". Due anni dopo, nel marzo 1993, su ispirazione di tale progetto, Italia, Francia e

Principato di Monaco firmavano a Bruxelles una Dichiarazione congiunta finalizzata all'istituzione di un Santuario mediterraneo per i mammiferi marini.

La Legge del 9 dicembre 1998 n. 426 ha impegnato il Ministero dell'ambiente italiano ad avviare l'istituzione dell'area protetta marina denominata "Santuario dei Cetacei" e ad intraprendere opportune iniziative volte ad estenderla alle acque territoriali dei Paesi confinanti ed alle acque internazionali: nel mese di luglio 1999, a seguito di una ulteriore fase negoziale, Italia, Francia e Monaco sono giunti alla definizione ultima del testo dell'accordo per l'istituzione del Santuario, che è stato firmato il 25.11.99, tale accordo è stato ratificato e reso esecutivo con Legge n. 391 del 11 Ottobre 2001.

Nell'area individuata, di circa 96.000 km² compresa tra la penisola di Giens, in Francia, la costa settentrionale della Sardegna e la costa continentale italiana fino al confine toско-laziale, nel rispetto delle legislazioni nazionali, comunitarie ed internazionali, i tre Paesi firmatari si impegnano a tutelare i mammiferi marini di ogni specie e i loro habitat, proteggendoli dagli impatti negativi diretti o indiretti delle attività umane.

Tale obiettivo è perseguito attraverso le seguenti prescrizioni:

- intensificazione dell'attività contro l'inquinamento di qualsiasi origine che possa avere impatto sui mammiferi marini e sui loro habitat;
- soppressione progressiva degli scarichi tossici derivanti da fonti a terra;
- divieto di catture o turbative intenzionali dei mammiferi marini;
- regolamentazione o divieto di competizioni a motore;
- adeguamento alla normativa comunitaria in materia di pesca;
- regolamentazione delle attività turistiche di osservazione dei cetacei (whale - watching).

Inoltre, si impegnano a favorire programmi di ricerca scientifica e campagne di sensibilizzazione presso i vari utenti del mare, in particolare per quanto riguarda la prevenzione delle collisioni tra navi e mammiferi marini e la segnalazione di esemplari in difficoltà. Infine, sul piano internazionale, i Paesi contraenti si impegnano a chiedere l'iscrizione del santuario nella lista ASPIM, ad invitare Paesi terzi ad adottare nelle aree analoghe misure di protezione, comunicando il testo dell'accordo a livello internazionale. (Informazioni tratte dal sito del Ministero dell'Ambiente: www.minambiente.it/pagina/santuario-dei-cetacei).

Nella figura sottostante viene riportata l'estensione del "Santuario dei Cetacei Pelagos".

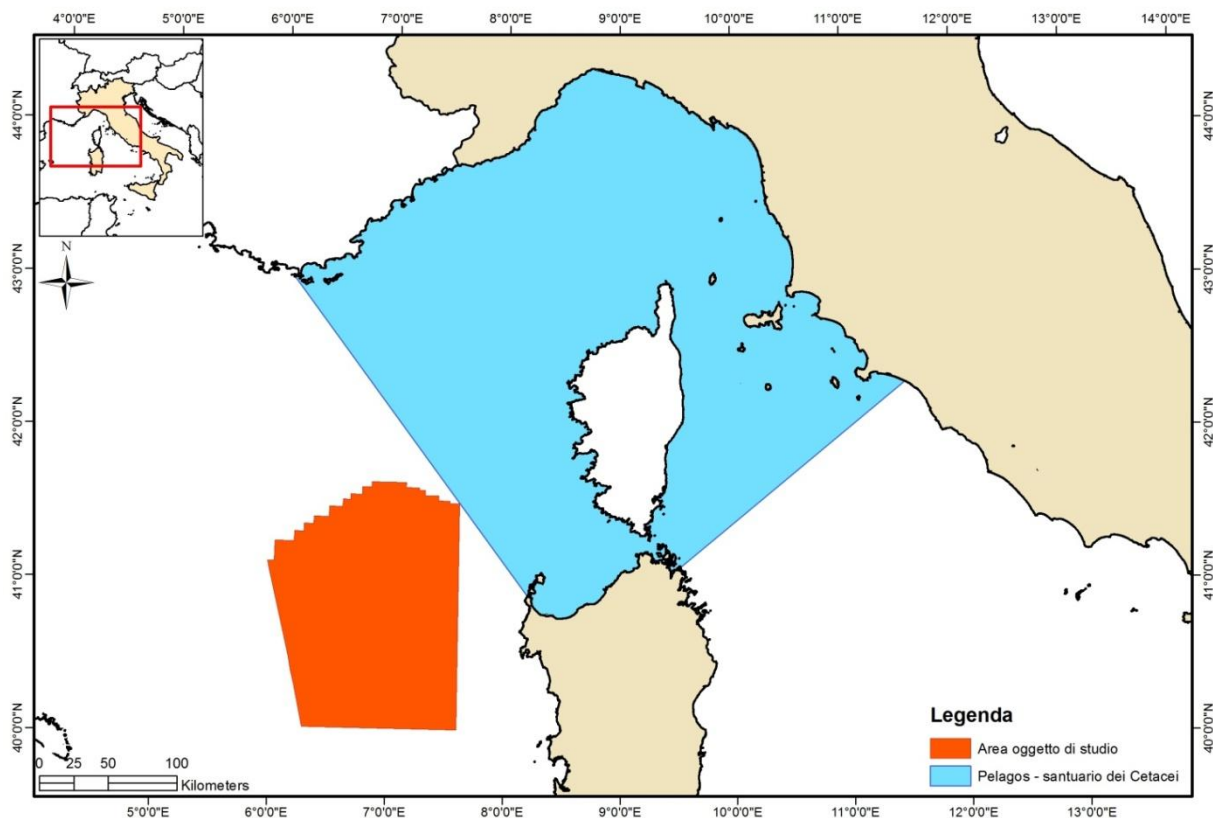


Figura 4.78 - Area marina protetta "Santuario dei Cetacei" con il riferimento all'area oggetto d'interesse.

4.5.2 Zone costiere interessate da zone umide internazionali (Convenzione di RAMSAR, 1971)

Con la convenzione di Ramsar, è stato riconosciuto che le zone umide sono d'importanza internazionale segnatamente come habitat degli uccelli acquatici e palustri.

le zone umide sono distese di paludi, di stagni, di torbiere o di acque naturali o artificiali, permanenti o temporanee, in cui l'acqua è statica o corrente, dolce, salmastra o salata, comprese le distese d'acqua marina la cui profondità, a bassa marea, non eccede i sei metri.

Sono considerati acquatici e palustri, tutti gli uccelli che dipendono ecologicamente dalle zone umide.

Considerate le funzioni ecologiche fondamentali delle zone umide come regolatori dei cicli idrici e come habitat di una flora e una fauna caratteristiche, segnatamente degli uccelli acquatici e palustri, esse costituiscono una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo, la cui perdita sarebbe irreparabile.

Come viene evidenziato dalle figure sottostanti, nell'area oggetto d'istanza non ricadono zone umide di importanza internazionale. A seguito per completezza di trattazione, verranno riportate le descrizioni delle zone umide più vicine all'area oggetto d'indagine.

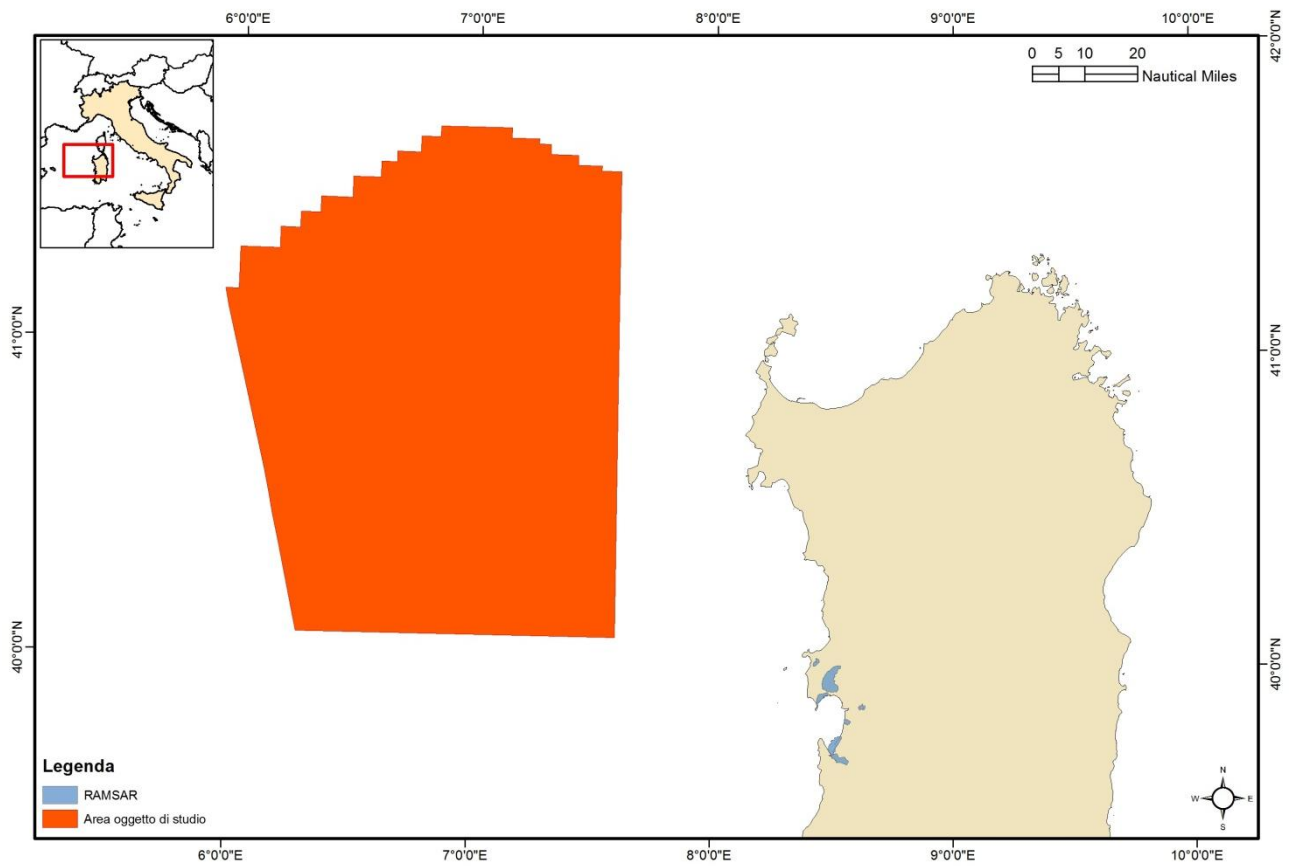


Figura 4.79 - Zone umide presenti lungo la costa occidentale della Sardegna in relazione all'area oggetto d'interesse

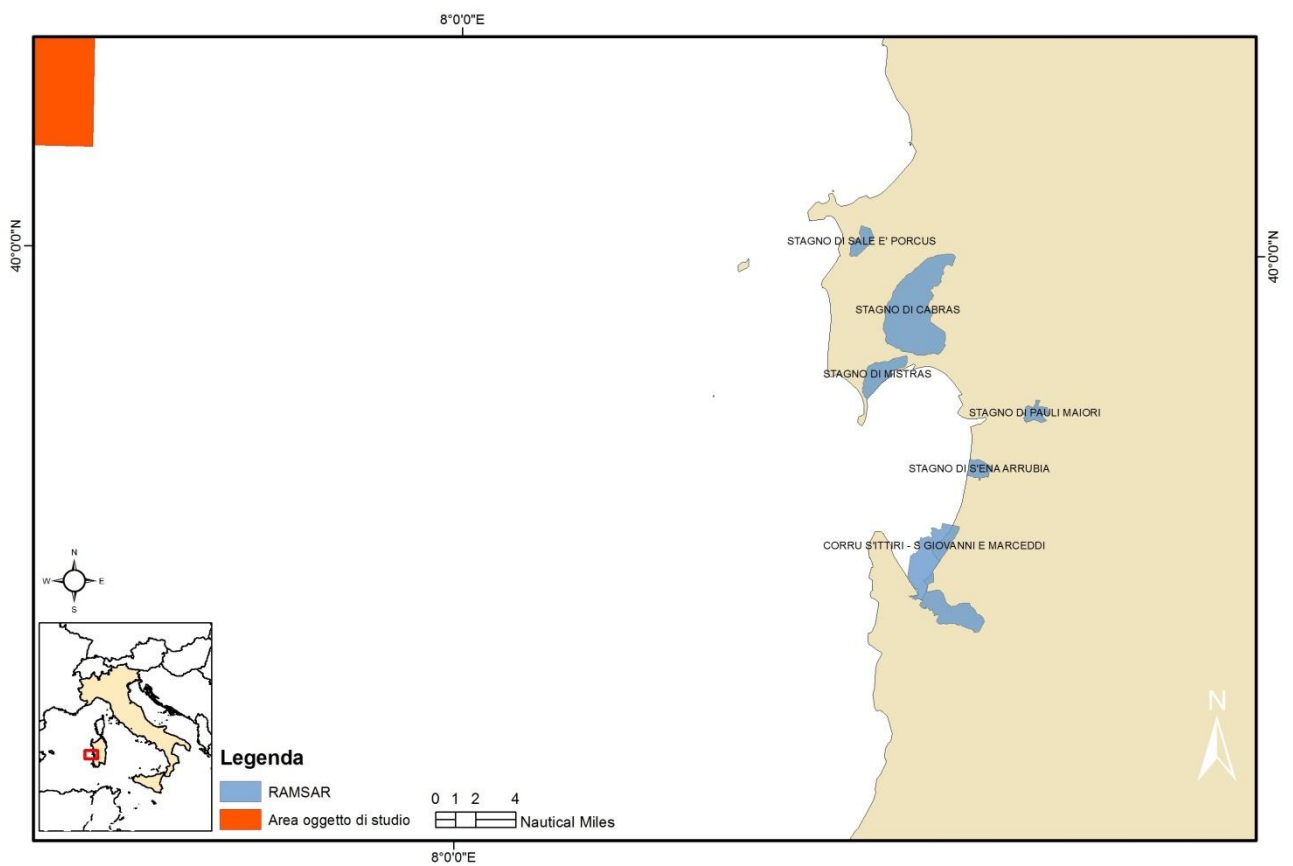


Figura 4.80 - Ingrandimento delle aree umide protette dalla convenzione di Ramsar

4.5.2.1 Stagno di Sale E'Porcus

Codice	3IT035
Data di istituzione	03-05-1982
Coordinate	40°01'00"N; 008°21'00"E
Area	330 ha

Tabella 4.10 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di Sale E' Porcus

Lo Stagno di Sale Porcus è un ampio complesso di stagni, lagune saline che seccano in estate, lasciando una crosta di sale duro. La vegetazione è tipicamente di alofite. Quando il bacino è pieno, ci sono tre piccoli isolotti che sono importanti siti di nidificazione per gli uccelli. Il sito è una delle zone umide più importanti del Mediterraneo per fenicotteri sosta (*Phoenicopterus ruber roseus*). Vari altri uccelli acquatici migratori in scena e nidificano nel sito. Ci sono strutture per il birdwatching e l'istruzione di conservazione. Sito Ramsar no. 232.

4.5.2.2 Stagno di Cabras

Codice	3IT021
Data di istituzione	28-03-1979
Coordinate	39°57'00"N; 008°29'00"E
Area	3,575 ha

Tabella 4.11 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di Cabras

Il sito è il più grande lago d'acqua dolce in Sardegna. Viene fornito principalmente dal fiume Mare Foghe, unitamente deflusso dai terreni agricoli adiacenti, ed è collegato con il mare da uno stretto canale. La vegetazione è composta di varie piante resistenti al sale, specie sommerse e canneti emergenti. Il sito è importante per numerose specie di allevamento, messa in scena e di svernamento degli uccelli acquatici, con *Phoenicopterus ruber roseus* che si verificano in gran numero. Le attività umane sono la pesca commerciale, agricoltura e turismo. Sito Ramsar no. 178.

4.5.2.3 Stagno di Mistras

Codice	3IT036
Data di istituzione	03-05-1982
Coordinate	39°54'00"N; 008°28'00"E
Area	680 ha

Tabella 4.12 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di Mistras

Laguna costiera collegata con il Golfo di Oristano per mezzo di un ampio canale, ma separato dal mare da un sistema di dune. Praticamente tutta l'acqua dolce della zona umida viene da pioggia e deflusso, quindi salinità varia stagionalmente. La vegetazione è costituita da specie sommerse mentre la vegetazione marginale è tipicamente alofite. La laguna è ricca di molluschi bivalvi e pesci. Il sito è importante per una gamma di messa in scena, riproduzione e svernamento degli uccelli acquatici. Le attività umane sono la pesca commerciale e la raccolta di molluschi. Sito Ramsar no. 233.

4.5.2.4 Stagno di Pauli Maiori

Codice	3IT023
Data di istituzione	28-03-1979
Coordinate	39°52'00"N; 008°37'00"E
Area	287 ha

Tabella 4.13 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di Pauli Maiori

Una piccola laguna di acqua dolce circondato da ampi canneti e collegato ad una seconda laguna. L'unica afflusso compone di deflusso acque reflue di irrigazione agricola. La laguna supporta vegetazione sommersa, e il sito è importante per diverse specie di uccelli acquatici di allevamento. Un importante passaggio su strada e la linea ferroviaria tra le due zone umide. Sito Ramsar n. 180.

4.5.2.5 Stagno di S'Ena Arrubia

Codice	3IT016
Data di istituzione	14-12-1976
Coordinate	39°50'00"N; 008°34'00"E
Area	223 ha

Tabella 4.14 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di S'Ena Arrubia

Una laguna di acqua dolce, che rappresenta l'ultimo residuo di un tempo esteso complesso di paludi e lagune, convertito all'agricoltura nel 1930. Il sito è alimentato con deflusso dai terreni agricoli irrigati ed è collegato con il mare attraverso un canale e paratoia. La vegetazione è costituita da specie sommerse, estesi canneti ai margini e piante tolleranti al sale. La zona è importante per l'allevamento, messa in scena e lo svernamento di numerose specie di uccelli acquatici. La laguna supporta una pesca commerciale, anche se il deflusso è arricchito da prodotti chimici agricoli. Sito Ramsar no. 132.

4.5.2.6 Stagno di Corru S'ittiri, stagni di San Giovanni e Merceddi

Codice	3IT022
Data di istituzione	28-03-1979
Coordinate	9°44'00"N; 008°30'00"E
Area	2,610 ha

Tabella 4.15 - Tabella riassuntiva delle caratteristiche dello Stagno di Corru S'ittiri, stagni di San Giovanni e Merceddi

Una serie di tre lagune costiere interconnesse di diversa salinità, parzialmente separato dal mare da un sistema di dune. La vegetazione è costituita da vasti canneti e piante alofite. Le lagune supportano una ricca fauna ittica e sono utilizzati per la pesca commerciale e la raccolta di molluschi. L'area è importante per numerose specie di allevamento e di svernamento degli uccelli acquatici. Sito Ramsar no. 179.

4.5.3 **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.

La zona oggetto d’istanza non include al suo interno alcun SIC o ZPS.

Di seguito sono stati riportati i SIC e le ZPS che individuate lungo la costa ovest della Sardegna, per una cui descrizione dettagliata si rimanda all’allegato 4.

Esse sono localizzate ad una distanza minima dall’area in istanza di molto superiore alla fascia di tutela di 12 miglia nautiche imposta dalla normativa vigente e, di fatto, non verranno influenzate dalle operazioni legate all’attività di prospezione.

Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
ITB010042	Capo Caccia, con le isole Foradada e Piana e Punta del Giglio	23,5
ITB010043	Coste ed Isolette a Nord Ovest Sardegna	25,6
ITB 010082	Isola Asinara	27,3
ITB020041	Entroterra e zona costiera tra Bosa, capo Marargiu e porto Tangone	34,1
ITB030034	Stagno di Mistras di Oristano	40,6
ITB030035	Stagno di Sales ‘E Porcus	37,9
ITB030036	Stagno di Cabras	39,8
ITB030038	Stagno di Putzu Iddu (salina Manna e Pauli)	35,8
ITB030080	Isola di Mal di Ventre e Catalano	30,3
ITB032228	Is Arenas	35,6

Tabella 4.16 - Tabella riassuntiva dei SIC presenti lungo la costa ovest della Sardegna prospicienti l’area oggetto d’interesse, con indicazione della distanza minima dalla stessa.

Codice	Nome	Distanza (miglia nautiche)
ITB010001	Isola dell'Asinara	27,4
ITB013011	Isola Piana di Porto Torres	27,8
ITB013044	Capo Caccia	24,3
ITB023037	Costa ed Entroterra di Bosa, Suni e Montresta	35,4
ITB033036	Costa di Cuglieri	39,0
ITB030039	Isola Mal di Ventre	32,1
ITB034006	Stagno di Mistras	40,3
ITB034007	Stagno di Sale E' Porcus	38,5
ITB034008	Stagno di Cabras	40,7

Tabella 4.17 - Tabella riassuntiva dei SIC presenti lungo la costa ovest della Sardegna prospicienti l'area oggetto d'interesse, con indicazione della distanza minima dalla stessa.

4.5.4 Zone marine e costiere interessate da "Important Bird Area" (IBA)

Nessuna zona importante per l'avifauna ricade entro la zona d'indagine. Verranno comunque descritte le IBA più vicine all'area oggetto di studio, al fine di fornire un quadro ecologico completo della zona circostante l'area d'istanza.

4.5.4.1 Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8° 12.00' East 41° 1.00' North
Criteri IBA	A1, A4i, B1i, B2, B3, C1, C2, C6
Area	7,243 ha
Altitudine	0 - 408m
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.18 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

L'Isola dell'Asinara è una piccola isola al largo l'angolo nord-occidentale della Sardegna. La sua spiaggia è in parte sabbiosa e in parte rocciosa. Macchia mediterranea e boschi di latifoglie sempreverdi sono i principali habitat. Il sito comprende anche la costa rocciosa occidentale della Penisola di Stintino, una piccola penisola vicino a Isola dell'Asinara. Sono presenti anche alcuni piccoli isolotti.

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Alectoris barbara</i>	Residente	1997	30 coppie nidificanti	Povera	B2	Minor preoccupazione
Shag <i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Residente	1996	50-220 coppie nidificanti	Media	B1i, B3, C2	Minor preoccupazione
<i>Larus audouinii</i>	Residente	1996	145-203 coppie nidificanti	Buona	A1, A4i, B1i, B2, C1, C2, C6	Quasi minacciata
<i>Sylvia sarda</i>	residente	-	presente [unità sconosciute]	-	B3	Minor preoccupazione

Tabella 4.19 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino" (Fonte: Sito www.birdlife.org)

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Coste e Isolette a Nord Ovest della Sardegna - ITB010043	Direttiva Habitat	3,740	L'area protetta si sovrappone al Sito	878
Isola Asinara - ITB010001	Direttiva Uccelli	9,669	L'area protetta è contenuta nel Sito	3,152
Isola dell'Asinara - ITB010082	Direttiva Habitat	17,186	L'area protetta si sovrappone al Sito	133
Isola Piana di Porto Torres - ITB013011	Direttiva Uccelli	400	L'area protetta è contenuta nel Sito	400
Parco nazionale dell' Asinara	Parco Nazionale	5,170	L'area protetta è contenuta nel Sito	4,900
Stagno di Pilo e di Casaraccio - ITB010002	Direttiva Habitat	1,882	L'area protetta si sovrappone al Sito	46
Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino - ITB013012	Direttiva Uccelli	1,287	L'area protetta è adiacente al Sito	0

Tabella 4.20 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Foresta	Boschi a Latifoglie sempre verdi	-
Macchia	Macchia a sclerofille, gara e macchia mediterranea	-
Prateria	Praterie umide, steppe e secchi pascoli calcarei	-
Mare		-
Linea Costiera	Faraglioni e isolotti, dune di sabbia e spiagge, scogliere del Mare e coste rocciose	-

Tabella 4.21 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
militare	95%
Conservazione della Natura e ricerca	5%
Pesca/Acquacoltura	-
Agricoltura	-

Tabella 4.22 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Isola dell'Asinara, Isola Piana e penisola di Stintino" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

4.5.4.2 Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8° 17.00' East, 40° 51.00' North
Criteri IBA	B2
Area	954 ha
Altitudine	0 - 1m
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.23 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

L'IBA è composta da due piscine ad ovest del villaggio di Porto Torres, presso l'angolo nord-occidentale della Sardegna. La piscina di Pilo è separata dal mare da dune di sabbia ed è orlata da una cintura di canne *Phragmites*. La piscina di Casaraccio è il residuo di una grande zona umida. Il sito comprende anche un piccolo salina (Saline di Stintino). L'attività principale è la pesca.

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Porphyrio porphyrio</i>	residente	1997	5 coppie nidificanti	media	B2	Minor preoccupazione

Tabella 4.24 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Coste e Isole a Nord Ovest della Sardegna - ITB010043	Direttiva Habitat	3,740	L'area protetta è adiacente al Sito	0
Stagno di Pilo	Riserva naturale	383	L'area protetta è contenuta nel Sito	383
Stagno di Pilo e di Casaraccio - ITB010002	Direttiva Habitat	1,882	L'area protetta è contenuta nel Sito	954
Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino - ITB013012	Direttiva uccelli	1,287	L'area protetta si sovrappone al Sito	851

Tabella 4.25 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Zone umide (entroterra)	Acqua salmastra e sale; acqua dolce permanente, acqua e frangia di vegetazione	-
Linea costiera	Piani a fango e sabbia; paludi salmastri; dune di sabbia e spiagge	-

Tabella 4.26 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
Pesca/Acquacoltura	100%

Tabella 4.27 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Stagno di Casaraccio, salina di Stintino e Stagno di Pilo" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

4.5.4.3 Capo Caccia e Porto Conte

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8° 11.00' East, 40° 34.00' North
Criteri IBA	A1, B1i, B1ii, B2, B3, C1, C2, C6
Area	4,830 ha
Altitudine	0 - 361m
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.28 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Capo Caccia e Porto Conte" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Zona rocciosa lungo la costa occidentale della Sardegna, coperta da macchia mediterranea. Il principale uso del suolo è il turismo. Esso comprende Capo Caccia, Punta Cristallo e Isola Foradada.

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Alectoris barbara</i>	residente	1997	30 coppie nidificanti	Povera	B2	Minor preoccupazione
<i>Calonectris diomedea</i>	Riproduzione	1995	800-1,000 coppie nidificanti	Media	B1ii, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Hydrobates pelagicus</i>	Riproduzione	1994	400-500 coppie nidificanti	Buona	B1ii, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Residente	1994	400-550 coppie nidificanti	Media	B1i, B3, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Larus audouinii</i>	Residente	1996	20-25 coppie nidificanti	Buona	A1, B2, C1	Quasi minacciata
<i>Sylvia sarda</i>	Riproduzione	1997	50 coppie nidificanti	Povera	B3	Minor preoccupazione

Tabella 4.29 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Capo Caccia e Porto Conte" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Capo Caccia - ITB013044	Direttiva uccelli	4,184	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,955
Capo Caccia (con le Isole Foradada e Piana) e Punta del Giglio - ITB010042	Direttiva Habitat	7,410	L'area protetta si sovrappone al Sito	3,069
Lago di Baratz - Porto Ferro - ITB011155	Direttiva Habitat	1,309	L'area protetta si sovrappone al Sito	84
Tramariglio	Riserva Naturale	1,701	L'area protetta è contenuta nel Sito	1,701

Tabella 4.30 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Capo Caccia e Porto Conte" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Foreste	Steppa boscosa	10%
Macchia	Macchia a sclerofille, gariga e macchia mediterranea	40%
Grotte ed Habitat sotterranei (non-acquatici)	Grotte	-
Mare		10%
Linea costiera	Faraglioni e isolotti, dune di sabbia e spiagge, scogliere del Mare e coste rocciose, ciottoli e spiagge sassose	-
Artificiale-terrestre	Aree coltivate, colture perenni, frutteti e boschi	15%

Tabella 4.31 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Capo Caccia e Porto Conte" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
Agricoltura	5%
Pesca/acquacoltura	-
Caccia	30%
Militare	5%

Conservazione della natura e ricerca	30%
Ricreativa/turistica	40%

Tabella 4.32 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Capo Caccia e Porto Conte" (Fonte: www.birdlife.org).

4.5.4.4 Costa tra Bosa ed Alghero

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8° 27.00' Est, 40° 21.00' Nord
Criteri IBA	B2, B3, C6
Area	21,773 ha
Altitudine	0 - 802m
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.33 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Costa tra Bosa ed Alghero" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Zona costiera della Sardegna occidentale rocciosa, tra le città di Alghero e Bosa. I principali usi del suolo sono di stock allevamento, silvicoltura e caccia.

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Falco naumanni</i>	Riproduzione	1995	7-11 coppie nidificanti	Media	C6	Minor preoccupazione
<i>Falco peregrinus</i>	Residente	1994	10 coppie nidificanti	-	B2, C6	Minor preoccupazione
<i>Gyps fulvus</i>	Residente	1994	30 coppie nidificanti	Buona	C6	Minor preoccupazione
<i>Sylvia sarda</i>	Residente	1997	50 coppie nidificanti	Povera	B3	Minor preoccupazione

Tabella 4.34 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Costa tra Bosa ed Alghero" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Costa e Entroterra di Bosa, Suni e Montresta - ITB023037	Direttiva uccelli	8,222	L'area protetta è contenuta nel Sito	8,222
Entroterra e zona costiera tra Bosa, Capo Marargiu e Porto Tangone - ITB020041	Direttiva Habitat	29,625	L'area protetta si sovrappone nel Sito	12,270
Valle del Temo - ITB020040	Direttiva Habitat	1,934	L'area protetta è contenuta nel Sito	1,934

Tabella 4.35 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Costa tra Bosa ed Alghero" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Foreste	Boschi misti	10%
Macchia	Macchia a sclerofille, gariga e macchia mediterranea	50%
Mare		10%
Linea costiera	Scogliere e coste rocciose	30%

Tabella 4.36 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Costa tra Bosa ed Alghero" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
Foresta	30%
Caccia	50%
Agricoltura	60%

Tabella 4.37 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Costa tra Bosa ed Alghero" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

4.5.4.5 Costa di Cuglieri

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8°25.00' Est, 40° 11.00' Nord
Criteri IBA	B1i, B2, C2, C6

Area	2,809 ha
Altitudine	0 - 131m
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.38 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Costa di Cuglieri" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Zona costiera rocciosa, ricca di scogliere e isolotti. La vegetazione principale è macchia. Il principale uso del suolo è l'agricoltura.

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Alectoris barbara</i>	Residente	1997	30-50 coppie nidificanti	Povera	B2	Minor preoccupazione
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Residente	1995	50 coppie nidificanti	-	B1i, C2	Minor preoccupazione
<i>Falco peregrinus</i>	Residente	1995	6-8 coppie nidificanti	-	C6	Minor preoccupazione

Tabella 4.39 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Costa di Cuglieri" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Costa di Cuglieri - ITB033036	Direttiva uccelli	2,845	L'area protetta è contenuta nel Sito	1,307

Tabella 4.40 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Costa di Cuglieri" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Macchia	Macchia a sclerofille, gariga e macchia mediterranea	70%
Zone umide (entroterra)	Fiumi e torrenti	-
Linea costiera	Faraglioni e isolotti, scogli di Mare e coste rocciose	30%

Tabella 4.41 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Costa di Cuglieri"

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
Agricoltura	-
Caccia	-
Ricreativa/turistica	-

Tabella 4.42 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Costa di Cuglieri" (Fonte: Sito www.birdlife.org)

4.5.4.6 Paludi di Sinis ed Oristano

Posizione	Sardegna, Italia
Coordinate	8° 29.00' Est, 39° 52.00' Nord
Criteri IBA	A1, A4i, B1i, B1ii, B2, B3, C1, C2, C3, C6
Area	22,874 ha
Altitudine	
Anno di dichiarazione IBA	2000

Tabella 4.43 - Tabella riassuntiva Caratteristiche dell'IBA "Paludi di Sinis ed Oristano" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

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

Specie	Stagionalità	Periodo	Stima della Popolazione	Qualità della stima	Criteri IBA	Categoria IUCN
<i>Alectoris barbara</i>	Residente	1996	comune [unità sconosciute]	-	B2	Minor preoccupazione
<i>Aythya ferina</i>	Svernamento	1995	13,472 individui	Good	A4i, B1i, C3	Minor preoccupazione
<i>Aythya nyroca</i>	Passaggio	1995	210 individui	Good	A1, B1i, C1, C2	Quasi minacciata
<i>Phoenicopterus roseus</i>	Svernamento	1994	1,835-2,548 individui	Good	A4i, B1i, C2	Minor preoccupazione
<i>Ardea purpurea</i>	Riproduzione	1995	20 coppie nidificanti	Unknown	C6	Minor preoccupazione

<i>Egretta garzetta</i>	Svernamento	1994	743-907 individui	Good	B1i, C2	Minor preoccupazione
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Svernamento	1995	8,000 individui	Good	A4i, B1i, C3	Minor preoccupazione
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Residente	1996	30-40 coppie nidificanti	Good	C2	Minor preoccupazione
<i>Falco naumanni</i>	Riproduzione	1995	10 coppie nidificanti	Unknown	A1, C1, C2	Minor preoccupazione
<i>Porphyrio porphyrio</i>	Residente	1995	195-260 coppie nidificanti	Good	B2, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Svernamento	1995	800 individui	Good	B1i, B2, C2	Minor preoccupazione
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Svernamento	1995	442 individui	Good	B1ii, C3	Minor preoccupazione
<i>Glareola pratincola</i>	Riproduzione	1995	40 coppie nidificanti	Good	B1i, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Larus audouinii</i>	Residente	1996	100 coppie nidificanti	Medium	A1, B2, C1, C6	Quasi minacciata
<i>Larus genei</i>	Residente	1995	500 coppie nidificanti	Unknown	C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Larus genei</i>	Svernamento	1995	55-146 individui	Good	C2	Minor preoccupazione
<i>Sterna nilotica</i>	Riproduzione	1995	100 coppie nidificanti	Medium	A4i, B1i, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Sterna sandvicensis</i>	Svernamento	1995	6-140 individui	Good	C2	Minor preoccupazione
<i>Sterna albifrons</i>	Riproduzione	1995	150 coppie nidificanti	Unknown	B1i, B2, C2, C6	Minor preoccupazione
<i>Sylvia undata</i>	Residente	1996	comune [unità sconosciute]	-	B2	Quasi minacciata
<i>Sylvia sarda</i>	Residente	1996	comune [unità sconosciute]	-	B3	Minor preoccupazione

Tabella 4.44 - Specie protette presenti all'interno dell'IBA "Paludi di Sinis ed Oristano" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Area Protetta	Designazione	Area (ha)	Relazione con IBA	Sovrapposizione con IBA (ha)
Corru S'Ittiri, stagno di S. Giovanni e Marceddi - ITB034004	Direttiva uccelli	2,652	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,480
Is Arenas - ITB032228	Direttiva Habitat	1,289	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,026
Isola di Mal di Ventre e Catalano - ITB030080	Direttiva Habitat	26,897	L'area protetta è contenuta nel Sito	121
Isola Mal di Ventre - ITB030039	Direttiva uccelli	375	L'area protetta è contenuta nel Sito	375
San Giovanni di Sinis - ITB032239	Direttiva Habitat	3	L'area protetta è contenuta nel Sito	3
Sassu - Cirras - ITB032219	Direttiva Habitat	220	L'area protetta si sovrappone al Sito	144
Stagno di Cábras	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	3,575	L'area protetta è contenuta nel Sito	3,575
Stagno di Cabras - ITB030036	Direttiva Habitat	4,795	L'area protetta è contenuta nel Sito	4,795
Stagno di Cabras - ITB034008	Direttiva uccelli	3,617	L'area protetta è contenuta nel Sito	3,617
Stagno di Corru S'Ittiri - ITB030032	Direttiva Habitat	5,712	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,952
Stagno di Corru S'Ittiri, Stagni di San Giovanni e Marceddi	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	2,610	L'area protetta è contenuta nel Sito	2,610
Stagno di Mistras	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	680	L'area protetta è contenuta nel Sito	680
Stagno di Mistras - ITB034006	Direttiva uccelli	702	L'area protetta è contenuta nel Sito	702
Stagno di Mistras di Oristano - ITB030034	Direttiva Habitat	1,621	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,519
Stagno di Pauli Maiori	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	287	L'area protetta è contenuta nel Sito	287
Stagno di Pauli Maiori di Oristano - ITB030033	Direttiva Habitat	401	L'area protetta è contenuta nel Sito	401

Stagno di Pauli Majori - ITB034005	Direttiva uccelli	289	L'area protetta è contenuta nel Sito	289
Stagno di Putzu Idu (Salina Manna e Pauli Marigosa) - ITB030038	Direttiva Habitat	598	L'area protetta si sovrappone al Sito	349
Stagno di S'Ena Arrubia	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	223	L'area protetta è contenuta nel Sito	223
Stagno di S'Ena Arrubia - ITB034001	Direttiva uccelli	298	L'area protetta si sovrappone al Sito	244
Stagno di S'Ena Arrubia e territori limitrofi - ITB030016	Direttiva Habitat	279	L'area protetta è contenuta nel Sito	279
Stagno di Sale 'e Porcus - ITB030035	Direttiva Habitat	690	L'area protetta è contenuta nel Sito	690
Stagno di Sale E' Porcus - ITB034007	Direttiva uccelli	473	L'area protetta è contenuta nel Sito	473
Stagno di Sale Porcus	Zone umide di Importanza Internazionale (Ramsar)	330	L'area protetta è contenuta nel Sito	330
Stagno di Santa Giusta - ITB030037	Direttiva Habitat	1,147	L'area protetta si sovrappone al Sito	1,009

Tabella 4.45 - Ulteriori Aree protette che ricadono o includono l'IBA "Paludi di Sinis ed Oristano" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Habitat IUCN	Dettagli Habitat	Estensione (% del sito)
Zone umide (entroterra)		-
Linea costiera		-

Tabella 4.46 - Tipi di Habitat presenti nell'IBA "Paludi di Sinis ed Oristano" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

Uso del territorio	Estensione (% del sito)
Agricoltura	-
Pesca/Acquacoltura	-
Caccia	-
Conservazione della natura e ricerca	-

Ricreativa/turismo	-
Urbana/trasporti/industriale	-
militare	-

Tabella 4.47 - Destinazione d'uso del territorio dell'IBA "Paludi di Sinis ed Oristano" (Fonte: Sito www.birdlife.org).

4.5.5 Zone di Tutela Biologica (ZTB)

Le zone di tutela biologica, sono zone in cui viene limitata o vietata la pesca perchè riconosciute come aree di riproduzione o di accrescimento di specie marine di importanza economica.

Sono state riconfermate e rafforzate le zone di tutela biologica, le aree di ripopolamento chiuse alla pesca a strascico con la legge regionale 7 agosto 1990, n. 25, site:

- nel Golfo di Cagliari
- nel Golfo di Palmas
- nel Golfo di Oristano

Con il decreto dell'Assessore dell'Agricoltura e riforma agro-pastorale del 26 maggio 2009, n.1203/45, è stata istituita, inoltre, una zona di tutela delle risorse biologiche della fascia costiera centro occidentale della Sardegna - Proroga triennale - Legge regionale 14 aprile 2006, n. 3, art. 6.

Questa zona di tutela biologica è stata istituita al fine di preservare l'aragosta rossa (*Palinurus elephas*) e di favorirne la riproduzione e lo sviluppo.

Nella tabella sottostante vengo riportate le coordinate della zona di tutela.

	Latitudine	Longitudine
Nord Ovest	40° 06' 12''	08° 19' 10,8''
Nord Est	40° 06' 12''	08° 20' 18''
Sud Ovest	40° 04' 54''	08° 19' 10,8''
Sud Est	40° 04' 54''	08° 20' 18''

Tabella 4.48 - Delimitazione della Zona di Tutela Biologica per la protezione dell'aragosta rossa (*Palinurus elephas*) (Fonte: Decreto Regionale, 26 maggio 2009, n.1203/45)

Si riporta di seguito parte del testo del Decreto Regionale che regola le zone di tutela biologica:

In questa zona "è vietata qualsiasi attività di pesca sia professionale che sportiva", con eccezione per "E' consentita la cattura e la successiva re immissione nell'area di esemplari di aragosta (*Palinurus elephas*), esclusivamente per finalità strettamente attinenti al monitoraggio pluriennale inerente il progetto di ricerca svolto dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli studi di Cagliari e finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali nell'ambito del VI Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura (L. 41/81), dal titolo: "Allevamento semintensivo dell'Aragosta rossa (*Palinurus elephas*) per fini di ripopolamento in aree delle coste occidentali ed orientali sarde".

E' prevista, inoltre, l'istituzione di ulteriori tre zone di tutela biologica nelle acque della Sardegna: settentrionale, occidentale e meridionale. Queste aree verranno interdette alla pesca a strascico per tre anni e finalizzate alla protezione di giovanili di gambero rosso (*Aristaeomorpha foliacea*), gambero viola (*Aristeus antennatus*) e del merluzzo (*Merluccius merluccius*), i cui limiti geografici saranno indicati con provvedimento della Regione Autonoma della Sardegna.

Nell'area oggetto di indagine non rientra nessuna ZTB, in quanto essa si trova oltre la distanza di 12 miglia dalla costa.

4.6 Contesto socio-economico

4.6.1 Andamento demografico

L'area oggetto di studio si trova nell'*offshore* nord occidentale della Sardegna, al largo delle province di Sassari ed Oristano ad una distanza di 23-40 miglia nautiche, dipendentemente dal tratto di costa considerato (Figura 4.81).

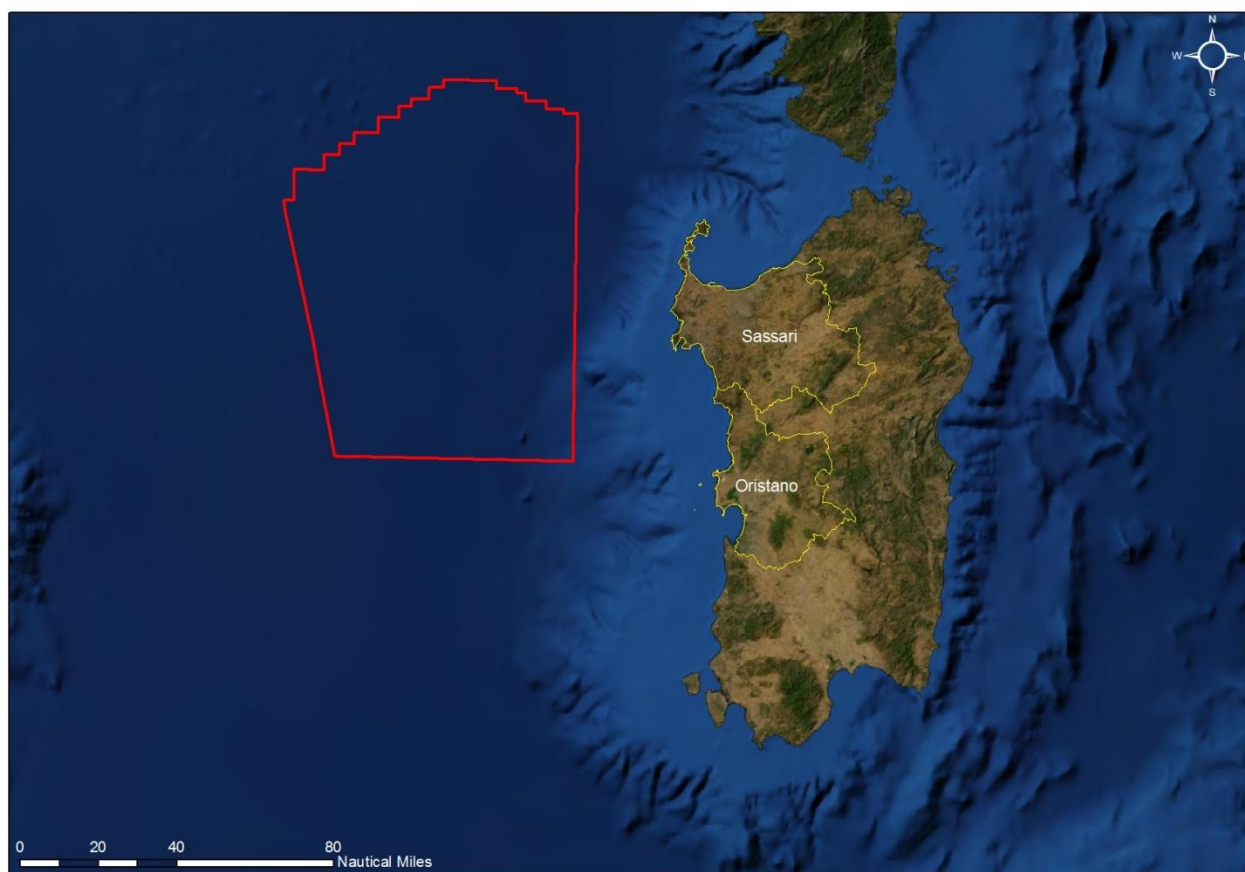


Figura 4.81 – Localizzazione delle province della regione Sardegna. In rosso l'area oggetto di studio.

Sassari ed Oristano fanno parte delle otto province in cui è suddivisa la regione Sardegna e dalle ultime elaborazioni di dati ISTAT relativi alla popolazione residente, le due province in oggetto rappresentano rispettivamente il secondo e terzo bacino demografico dell'isola, dopo quello di Cagliari.

Da un punto di vista del territorio, quello della provincia di Sassari è suddiviso in 66 comuni e si distribuisce arealmente per 4.282 chilometri quadrati. I dati aggiornati al 1° Gennaio 2013 mostrano che vi risiede un quinto della popolazione sarda, pari a 329.551 abitanti di cui 160.347 Maschi e 169.204 Femmine (demo.istat.it).

La provincia di Oristano consta invece di 88 comuni e copre una superficie di 3.040 chilometri quadrati dove si contano 163.079 abitanti di cui 80.080 Maschi e 82.999 Femmine (demo.istat.it).

In Figura 4.82 – è disponibile il bilancio demografico di tutte le province sarde relative all'anno 2012. Da una prima osservazione si nota l'aumentare della popolazione in provincia di Sassari di 1800 unità e invece un valore negativo per quanto riguarda la provincia di Oristano, interessata da una perdita di circa 600 unità risultanti da una serie di concause (quali iscrizioni in altri comuni, all'estero o altre) in evidenza nella tabella Figura 4.82 – .

Nella provincia di Sassari si registra al 2012 un tasso di natalità pari allo 7,7, un numero di famiglie pari a 145.613, un'età media di 43,8 anni, il reddito medio, riferito invece al 2011 è uguale a 10.225. Per quanto riguarda quella di Oristano i valori (sempre relativi al 2012) sono 6,0 per l'indice di natalità, 67.430 per il numero di famiglie, 45,1 l'età media della popolazione e il reddito medio (2011) di 8.364.

	Popolazione al 1° gennaio	Nati	Morti	Saldo naturale	Iscritti da altri comuni	Iscritti dall'estero	Altri iscritti	Cancellati per altri comuni	Cancellati per l'estero	Altri cancellati	Saldo migratorio e per altri motivi	Popolazione al 31 dicembre
Sassari	327.751	2.516	3.286	-770	5.963	819	2.498	6.081	411	218	2.570	329.551
Olbia-Tempio	150.492	1.395	1.325	70	3.887	943	1.200	3.598	236	303	1.893	152.455
NORD SARDEGNA	478.243	3.911	4.611	-700	9.850	1.762	3.698	9.679	647	521	4.463	482.006
Cagliari	549.893	4.405	4.648	-243	16.408	1.697	628	15.721	784	801	1.427	551.077
Nuoro	159.103	1.223	1.674	-451	2.085	439	215	2.843	135	99	-338	158.314
Oristano	163.678	975	1.870	-895	3.292	430	377	3.404	234	165	296	163.079
Ogliastra	57.349	430	536	-106	1.034	160	152	1.131	80	57	78	57.321
Medio Campidano	101.178	655	989	-334	1.263	174	78	1.562	145	28	-220	100.624
Carbonia-Iglesias	128.402	845	1.298	-453	2.124	247	216	2.308	178	92	9	127.958
Sardegna	1.637.846	12.444	15.626	-3.182	36.056	4.909	5.364	36.648	2.203	1.763	5.715	1.640.379
ITALIA	59.394.207	534.186	612.883	-78.697	1.567.143	350.772	270.955	1.553.559	106.216	159.378	369.717	59.685.227

Figura 4.82 – Bilancio Demografico anno 2012 (fonte: elaborazione Ufficio Studi e Statistica C.C.I.A.A. Nord Sardegna di dati ISTAT)

Dai trend della popolazione relativi all'intervallo temporale 2001-2012 invece, risulta nel caso della provincia di Sassari, un continuo aumento della stessa fino al 2010, seguito da una forte diminuzione nel 2011, con una variazione percentuale negativa sull'anno precedente del 2,81 per poi riprendere a crescere (Figura 4.83).

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variazione % su anno prec.
2001	322.006	-
2002	324.412	+0,75
2003	326.121	+0,53
2004	329.629	+1,08
2005	332.600	+0,90
2006	333.576	+0,29
2007	334.656	+0,32
2008	336.451	+0,54
2009	336.632	+0,05
2010	337.237	+0,18
2011	327.751	-2,81
2012	329.551	+0,55

Variazione % Media Annuale (2006/2012): **-0,20**
 Variazione % Media Annuale (2009/2012): **-0,71**

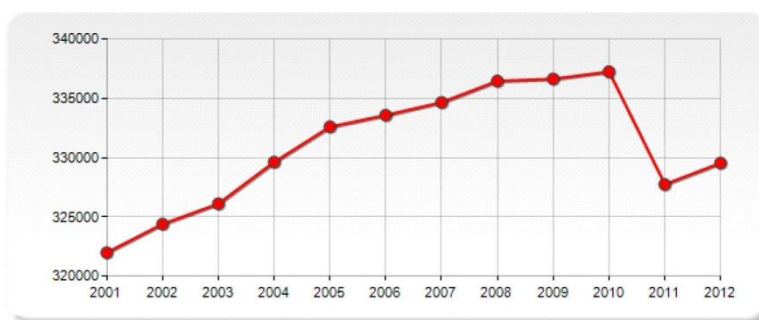


Figura 4.83 - Trend della popolazione della provincia di Sassari dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it - Elaborazioni Urbistat su dati ISTAT)

Lo stesso trend misurato nella provincia di Oristano invece mostra fino al 2004 una crescita della popolazione e poi via via un diminuendo della stessa fino alla fine dell'anno 2012 (Figura 4.84). E' evidente che i fenomeni di spopolamento hanno agito maggiormente in questa provincia rispetto alla quella precedentemente considerata, forse per un "effetto di polarizzazione", cioè la tendenza dei residenti a concentrarsi nelle aree più popolate (fonte: Banca d'Italia - osservazione della dinamica della popolazione nei sistemi locali del lavoro).

TREND POPOLAZIONE		
Anno	Popolazione (N.)	Variazione % su anno prec.
2001	167.740	-
2002	167.941	+0,12
2003	168.163	+0,13
2004	168.657	+0,29
2005	168.582	-0,04
2006	168.381	-0,12
2007	167.941	-0,26
2008	167.295	-0,38
2009	166.712	-0,35
2010	166.244	-0,28
2011	163.678	-1,54
2012	163.079	-0,37

Variazione % Media Annuale (2006/2012): **-0,53**
 Variazione % Media Annuale (2009/2012): **-0,73**

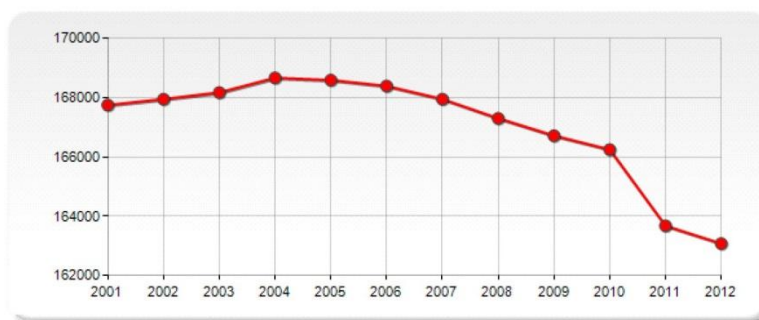


Figura 4.84 - Trend della popolazione della provincia di Oristano dal 2001 al 2012 (fonte: www.urbistat.it - Elaborazioni Urbistat su dati ISTAT)

La densità abitativa della provincia di Sassari è pari a 76,96 abitanti per chilometro quadrato (ab/km²), sensibilmente superiore al valore medio regionale di 68 e maggiore di quello misurato nella provincia di Oristano pari a 53,64 abitanti per chilometri quadrato. Entrambi i valori sono inferiori alla densità media italiana di 198 ab/km².

L'area in istanza di prospezione si distribuisce al largo delle coste della provincia di Sassari e a nord di quella di Oristano.

Nel dettaglio i comuni della provincia di Sassari, bagnati dal Mar di Sardegna e affacciati all'area d'indagine sono: Porto Torres (con l'Isola dell'Asinara), Stintino, Alghero, Villanova Monteleone e la stessa Sassari come visibile in Figura 4.85.

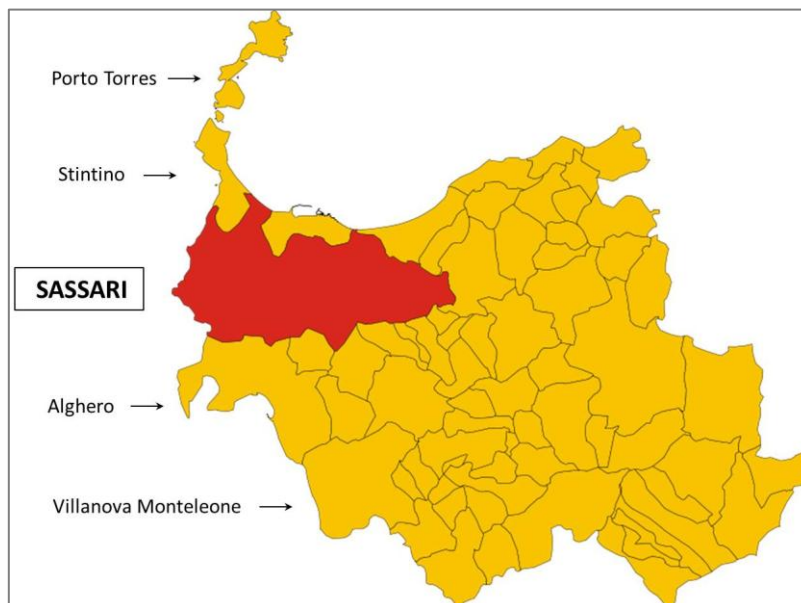


Figura 4.85 - Provincia di Sassari con indicati i comuni di interesse rispetto all'area in oggetto di studio.

In Tabella 4.49 si vogliono evidenziare i dati relativi a questi comuni, in relazione alla superficie occupata, al numero di abitanti e conseguente densità demografica.

Tabella 4.49 - Dettaglio sui comuni di interesse (in provincia di Sassari) rispetto all'area oggetto di studio (fonte: Elaborazione Ancitel 2014)

Provincia	Comune	Superficie (kmq)	Popolazione residente (Istat 2013)	Densità (ab/kmq)
Sassari	Alghero	224,43	40685	181,28
	Porto Torres	102,62	22379	218,08
	Sassari	546,08	125672	230,13
	Stintino	58,52	1521	25,99
	Villanova Monteleone	202,58	2347	11,59

Nella provincia di Oristano invece si allineano Bosa, Magomadas, Tresnuraghes, Cuglieri, Narbolia, e per ultimo San Vero Millis (Figura 4.86). Maggiori informazioni in loro relazione si possono osservare in Tabella 4.50.



Figura 4.86 - Provincia di Oristano con indicati i comuni di interesse rispetto all'area in oggetto di studio.

Tabella 4.50 - Dettaglio sui comuni di interesse (in provincia di Oristano) rispetto all'area oggetto di studio (fonte: Elaborazione Ancitel 2014)

Provincia	Comune	Superficie (kmq)	Popolazione residente (Istat 2013)	Densità (ab/kmq)
Oristano	Bosa	135,67	8008	59,03
	Cuglieri	120,54	2756	22,86
	Magomadas	8,95	647	72,29
	Narbolia	40,49	1800	44,46
	San Vero Milis	72,20	2504	34,68
	Tresnuraghes	31,55	1187	37,62

4.6.2 Situazione economica

La struttura del sistema produttivo della Sardegna, è caratterizzata da una quota rilevante di valore aggiunto prodotto nel settore dei servizi, l'81,80 % sul totale. Minore è invece l'incidenza del settore industriale (9,40% nell'industria in senso stretto e 5,70% nelle costruzioni). La quota più bassa è rappresentata dal settore agricolo (3%) (Figura 4.87).

Secondo i dati dell'Osservatorio economico del Nord Sardegna, al 2012, nel territorio di Sassari il numero delle imprese attive insediate sono 28.942, su 34.403 registrate. I settori di attività che registrano il maggior numero di quest'ultime sono quelli del commercio (9.291), dell'agricoltura e pesca (6.622), delle costruzioni (5.224), delle attività alberghiere e della ristorazione (2.853). Anche i servizi mostrano una grande quantità di imprese registrate, pari a 4.545 ma dato comune anche a tutte le altre citate, è il tasso di crescita a

valore negativo, legato all'emergere della crisi economico-finanziaria che ha interessato l'intera Nazione e di riflesso la regione Sardegna, che a partire dal 2008 (Economie regionali, Banca D'Italia), ha registrato un calo del prodotto intero lordo pari al 2,8%.

Valori percentuali						
Province e regioni	Agricoltura, silvicoltura e pesca	Industria			Servizi	Totale
		Industria in senso stretto	Costruzioni	Totale Industria		
Sassari	3,20%	8,60%	6,40%	15,00%	81,80%	100,00%
Olbia-Tempio	1,80%	8,50%	6,80%	15,30%	82,90%	100,00%
Nord Sardegna	2,60%	8,50%	6,60%	15,10%	82,20%	100,00%
Cagliari	1,50%	9,60%	5,30%	14,90%	83,60%	100,00%
Nuoro	3,40%	13,10%	5,30%	18,40%	78,20%	100,00%
Oristano	9,50%	6,40%	4,70%	11,10%	79,40%	100,00%
Ogliastra	2,50%	5,40%	6,70%	12,10%	85,40%	100,00%
Medio Campidano	6,20%	9,30%	6,40%	15,80%	78,10%	100,00%
Carbonia-Iglesias	2,70%	14,30%	5,60%	19,90%	77,40%	100,00%
SARDEGNA	3,00%	9,40%	5,70%	15,20%	81,80%	100,00%
ITALIA	2,00%	18,50%	6,10%	24,60%	73,40%	100,00%

Figura 4.87 - Contributo dei singoli settori per provincia (fonte: Osservatorio economico del Nord della Sardegna)

Il contributo da parte della provincia di Oristano in termini percentuali sui settori di agricoltura, industria e servizi, raggiunge il 9% sul totale della Sardegna, la metà del relativo valore riferito alla provincia di Sassari.

Rispetto a quest'ultima e a tutte le altre presenti però, vanta il più alto valore misurato nel settore dell'Agricoltura, silvicoltura e pesca, il 28,30% (Figura 4.88).

Valori percentuali						
Province e regioni	Agricoltura, silvicoltura e pesca	Industria			Servizi	Totale
		Industria in senso stretto	Costruzioni	Totale Industria		
Sassari	19,90%	17,30%	21,40%	18,90%	19,10%	19,10%
Olbia-Tempio	6,50%	10,00%	13,10%	11,20%	11,30%	11,10%
Nord Sardegna	26,40%	27,40%	34,60%	30,10%	30,40%	30,20%
Cagliari	19,10%	39,60%	36,20%	38,30%	39,80%	39,00%
Nuoro	10,50%	13,00%	8,50%	11,30%	8,90%	9,30%
Oristano	28,30%	6,00%	7,30%	6,50%	8,70%	9,00%
Ogliastra	2,40%	1,70%	3,40%	2,30%	3,10%	2,90%
Medio Campidano	8,40%	4,10%	4,60%	4,30%	3,90%	4,10%
Carbonia-Iglesias	4,90%	8,20%	5,30%	7,10%	5,10%	5,40%
SARDEGNA	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Figura 4.88 - Valore aggiunto, contributo delle singole province (fonte: Osservatorio economico del Nord della Sardegna)

Il ruolo economico del turismo è di grande rilievo perché la Sardegna è la regione del Mezzogiorno con la più alta intensità turistica, infatti conta 6.692 presenze per mille abitanti, superiore anche al valore nazionale che è di 6.410 per 1000 abitanti.

Negli ultimi anni si registra tuttavia un calo di arrivi turistici, soprattutto italiani (-13,8%, relativo all'anno 2011), probabilmente legato all'attuale situazione economica generale del paese. Gli arrivi internazionali mostrano, a confronto, il +4,1%.

La Sardegna si caratterizza per una domanda prevalentemente balneare che raccoglie il 43,5% degli arrivi complessivi della regione, con una concentrazione superiore rispetto a quella nazionale (21%) e meridionale (34,3%). La domanda turistica si concentra principalmente nella stagione estiva nelle province di Olbia Tempio, Cagliari e Sassari.

In particolar modo la provincia di Sassari, più vicina all'area in istanza di permesso di prospezione, vede negli esercizi alberghieri un numero di arrivi pari a 273.448 e un numero di presenze di 1.048.001 e negli esercizi complementari rispettivamente 63.664 arrivi e 353.579 presenze (al 2012, fonte: Osservatorio

economico del Nord Sardegna). Si tratta di una domanda di qualità che va a concentrarsi principalmente nelle strutture alberghiere da quattro stelle in su e l'offerta riesce a rispondere alle esigenze. Dal 2006 al 2011 si rileva comunque una forte crescita di agriturismi e di Bed & Breakfast che va ad incidere profondamente in quel che è l'offerta complementare (SRM su ISTAT, 2011).

La dotazione ricettiva attuale della provincia di Sassari si concentra per la maggior parte nelle aree costiere con particolare riferimento al territorio di Alghero che ospita circa la metà dei posti letto del territorio, contro una bassissima dotazione ricettiva dei comuni non costieri, caratterizzati da vaste aree totalmente sprovviste. Nello specifico, secondo i dati ISTAT relativi all'anno 2012, la provincia conta 765 esercizi complementari con 15.535 posti letto e 124 strutture alberghiere con 17.102 posti letto.

Nei comuni costieri del settore nord della provincia di Oristano non è presente il turismo di massa di cui gode in generale il nord della Sardegna, tuttavia sono presenti strutture ricettive di modesta entità. Il turismo balneare offre al cliente numerose piccole spiagge, che si alternano alle falesie rocciose. Nei comuni di Bosa e Cuglieri sono presenti strutture fino a tre stelle e il territorio è per lo più meta di turisti amanti di antiche tradizioni e soprattutto della buona gastronomia, nonché appassionati di prodotti d'artigianato, settore in cui tutta la provincia di Oristano vanta da sempre una grande esperienza.

4.6.3 Utilizzazione dell'area costiera

I comuni che si affacciano all'area oggetto di studio, relativi alla provincia di Sassari e alla parte nord della provincia di Oristano, sono allineati su un tratto di linea di costa lunga più di 200 chilometri (Figura 4.89).

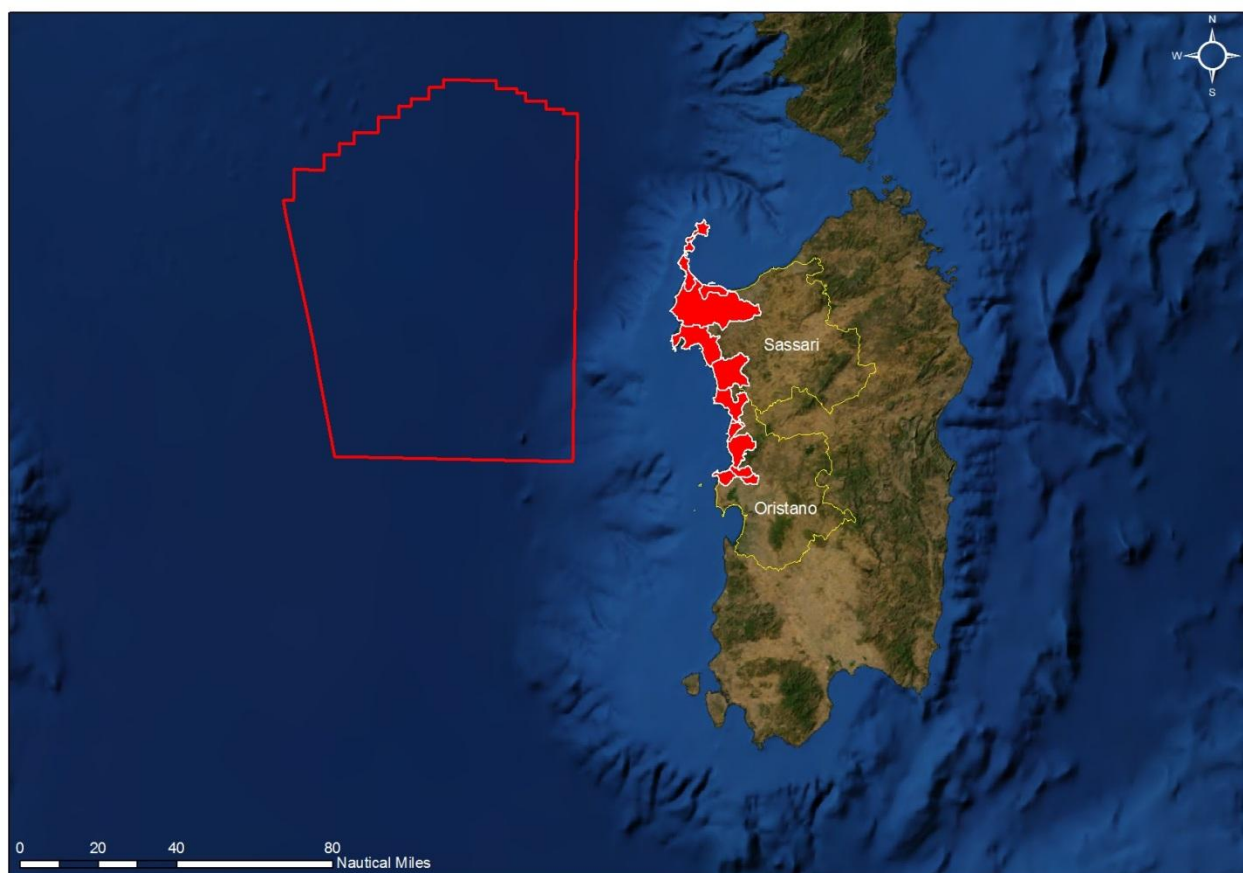


Figura 4.89 - Localizzazione dei comuni della provincia di Sassari e Oristano bagnati dal Mar di Sardegna, lungo la costa prospiciente l'area oggetto di studio. Rispettivamente da nord a sud: Porto Torres (con l'Isola dell'Asinara), Stintino, Alghero, Villanova Monteleone, Bosa, Magomadas, Tresnuraghes, Cuglieri, Narbolia e San Vero Millis.

Il paesaggio costiero si presenta piuttosto variegato, alte falesie si alternano a coste basse e sabbiose e anche l'entroterra è caratterizzato da interessanti strutture geomorfologiche in grado di attirare un grande numero di turisti, specialmente nei mesi estivi.

Lungo il tratto di costa considerato si svolgono, specialmente in estate, numerose attività che vanno dalla comune balneazione, alle immersioni subacquee, al surf. Il territorio presenta una grande quantità di spiagge, che sono molto diffuse e di minore dimensione in zone decentralizzate (presenti come piccole baie appartate tra le falesie) e altre di più grandi dimensioni che si distribuiscono a ridosso dei centri urbani, proprio per le caratteristiche costiere.

Numerosi sono i siti in cui è praticato il surf, infatti il settore nord occidentale della Sardegna è quello in cui si registra il più alto potenziale energetico associato al moto ondoso di tutto il Mar Mediterraneo (www.enea.it), infatti si misurano valori superiori ai 10 kW/m (chilowatt su metro). Le onde più alte sono registrate dalla boa di Alghero, come visibile in Figura 4.90. Si misurano qui anche il maggior numero di episodi con onde superiori ad almeno 3 metri e il vento che li genera, per la quasi totalità delle mareggiate, è il Maestrale. Il valore massimo assoluto registrato dalla boa di Alghero risale alla "mareggiata del secolo", avvenuta nel 1999, con un valore assoluto di 9.8 metri.

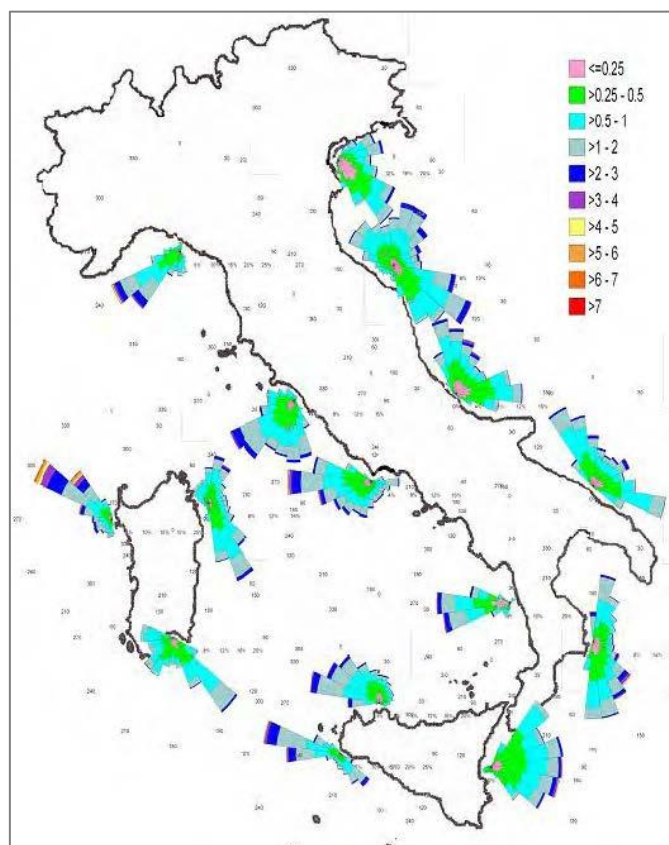


Figura 4.90 – Moto ondoso lungo le coste italiane. La distanza radiale indica la probabilità di un evento nel corrispondente settore direzionale, il colore indica l'altezza d'onda significativa. In legenda i valori sono in metri (fonte: www.isprambiente.gov.it)

Nella provincia di Sassari i principali siti di surf sono, da nord a sud: Porto Ferro, Reef La Maddalenetta e La Speranza. Lungo le coste della provincia di Oristano invece si trovano: Santa Caterina, Is Arenas, Capo Mannu 2.

I punti di grande interesse per i subacquei invece sono in prossimità della zona marina protetta di Capo Caccia, nei pressi di Alghero. Numerose sono le grotte di differenti dimensioni e profondità e proprio in questa zona si trovano le famose grotte di Nereo, della Madonna e dei Fantasmi.

Data la litologia calcarea delle falesie qui presenti, esistono anche molte grotte di superficie, quella di Nettuno è la più vasta e famosa perché facilmente percorribile e per questo meta ogni estate di migliaia di turisti.

Diffusi sono inoltre i percorsi escursionistici e ciclistici presenti nell'immediato entroterra, che vanno distribuendosi lungo tutto il tratto litorale considerato, nonché nelle due aree protette presenti, quali il Parco Regionale di Porto Conte - Capo Caccia e più a nord il Parco Nazionale dell'Asinara.

Il primo, in Comune di Alghero, ha inizio a sud-est con la laguna del Calich e prosegue verso la costa, includendo il sistema del Monte Doglia, fino all'ampio golfo di Porto Conte, protetto dai promontori di Punta Giglio e Monte Timidone-Capo Caccia. Quest'area, come precedentemente accennato è considerata uno dei tratti di costa paesaggisticamente più belli dell'intera regione (www.provinciadisassari.it).

Il Parco Nazionale dell'Asinara si colloca nell'omonima isola, vasta 5.200 ettari e costituisce la metà esatta del territorio comunale di Porto Torres. E' raggiungibile grazie a un collegamento giornaliero via mare con partenza dal porto e arrivo a Cala Reale.

Nell'isola dell'Asinara possono essere distinti due versanti principali in base alle loro caratteristiche morfologiche e di esposizione. Il versante occidentale è caratterizzato da ripidi pendii che continuano nella parte sommersa, con falesie, canali, spaccature e talvolta si osservano depressioni che raggiungono rapidamente i 50 metri. Il versante orientale al contrario, è caratterizzato da lunghi litorali bassi e sabbiosi, con un pendio poco acclive che raggiunge i 50 metri solo a 3 miglia dalla costa. In questo versante emergono degli affioramenti rocciosi, che costituiscono il basamento metamorfico e substrati incoerenti di arenarie grossolane (www.parcoasinara.org).

Il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio del mare ha provveduto nel 2002, a istituire le aree marine protette dell'Isola dell'Asinara e di Capo Caccia-Isola Piana.

La prima circonda l'isola dell'Asinara e si estende per una superficie in mare pari a 10.732 ettari, e comprende 79,64 chilometri di costa. La seconda invece è costituita da 2.631 ettari e da un tratto di linea di costa di 36,14 chilometri.

In Sardegna esiste una rete di monitoraggio delle acque di balneazione attiva dal 1985. Su uno sviluppo costiero di 2245 chilometri, 869 chilometri sono interessati dai controlli di qualità con 663 punti di campionamento. Circa 280 chilometri sono interdetti permanentemente per la presenza di zone militari, portuali e industriali mentre 947 chilometri circa non sono controllati per l'altezza della costa spesso invalicabile, precarietà delle vie di collegamento e isole disabitate. I restanti tratti costieri sono interdetti alla balneazione per potenziale inquinamento.

L'Isola dell'Asinara è coperta da 7 stazioni di monitoraggio mentre presso Capo Caccia - Isola Piana ne sono presenti 14. In esse fanno parte coste interdette permanentemente alla balneazione causa la Zona di riserva integrale A.

I parametri controllati sono di tipo microbiologico e fisico-chimico e sono misurati un mese prima dell'apertura della stagione balneare che in Sardegna va dal 1° maggio al 30 settembre (www.regione.sardegna.it).

4.6.4 Pesca

La zona di interesse rientra nella GSA 11 che si estende per 23 700 Km² e comprende i mari circostanti la Sardegna.

Nella costa occidentale la platea continentale si estende fino ai 150-200 metri di profondità, terminando con pendio poco inclinato ed una scarpata leggermente inclinata.

Il particolare interesse dei fondi della platea continentale, oltre alla loro notevole estensione, è dato dalla scarsità dei fondi costituiti da fango e dall'abbondanza di fondi a sabbia grossolana.

Questa condizione, unita alla grande trasparenza delle acque, permette uno sviluppo molto accentuato della vegetazione; tra 0 e 40 metri si hanno infatti estese praterie di fanerogame marine (*Posidonia oceanica*). A differenza delle altre zone, nella costa occidentale si alternano Detritico Costiero e Coralligeno. I fondali duri costieri presentano le biocenosi tipiche delle pareti verticali. Sono presenti alcune delle più interessanti *facies* a gorgonacei (*Paramuricea clavata*) e corallo rosso (*Corallium rubrum*). Il margine della piattaforma continentale si caratterizza per la presenza di fondi detritici con concentrazioni elevate del crinoide *Leptometra phalangium*. Quest'area risulta esposta ai venti provenienti dal terzo e quarto quadrante.

La maggior parte dei fondali nella GSA 11 sono (circa 67%) si trova oltre i 100 metri di profondità, e l'attività di pesca interessa soprattutto le acque superficiali e quelle intermedie.

La piccola pesca rappresenta il segmento più rilevante, sia da un punto di vista numerico che sociale, occupazionale ed economico; tuttavia la pesca a strascico è molto importante in quanto rappresenta la maggior percentuale in stazza di tutta la flotta isolana.

Nel 2009, la produzione realizzata dallo strascico è ammontata a poco più di 3.000 tonnellate equivalenti a un valore di 20,3 milioni di euro, per un'incidenza pari a circa il 40% delle catture totali dell'area e al 33% dei ricavi. La composizione degli sbarchi si caratterizza per l'elevata presenza di pesci (61%), seguiti dai molluschi (28%) e dai crostacei (11%).

Nel complesso, la flotta a strascico che opera in Sardegna è composta da 137 battelli per un tonnellaggio complessivo di poco inferiore alle 7.000 GT e una potenza motore pari a 29.124 kW.

Rispetto agli altri segmenti di flotta che operano nell'area, i battelli a strascico costituiscono l'11% della numerosità e rispettivamente il 65% e il 36% del GT e del kW e, mediamente, le unità produttive presentano una dimensione di circa 50 GT e una potenza motore di 213 kW, contro valori nazionali rispettivamente di 42 GT e 200 kW. L'attività media dei battelli a strascico dell'area è stata pari nel 2008, a 143 giorni per battello a fronte di un valore nazionale di 147 giorni.

I battelli più grandi sono soliti muoversi verso sud, per la pesca dei gamberi rossi. Nonostante il numero consistente di pescherecci d'altura con GT>50 (circa 1/3 degli strascicanti), all'interno del sistema strascico isolano è da menzionare l'esistenza di numerose imbarcazioni di piccole dimensioni (GT<15) che praticano abitualmente la pesca sotto costa.

Nel raggruppamento denominato “altri sistemi” confluiscono le imbarcazioni che utilizzano attrezzi da pesca passivi. Gli attrezzi utilizzati (per lo più reti da posta fisse, palamiti e nasse) sono estremamente selettivi, sia nei confronti delle specie pescate che delle loro taglie. La flotta sarda che pratica la pesca con attrezzi passivi presenta, al 2009, una struttura caratterizzata da 1.109 imbarcazioni per 3.641 GT, 51.003 kW.

Dal punto di vista geografico, la flotta in esame si concentra nel compartimento di Cagliari (434 battelli), segue il compartimento di Oristano (303 battelli) (Figura 4.91).

	N. Barche	GT	kW
Sardegna	1.246	10.406	80.204
Passivi	1.111	3.652	51.130,47
Strascico	135	6.754	29.073,53
Cagliari	514	6.422	39.038,43
Passivi	434	1.745	20.676,34
Strascico	80	4.677	18.362,09
La Maddalena	72	336	4.438,32
Passivi	67	243	3.673,82
Strascico	5	93	764,5
Olbia	120	1.114	7.921,46
Passivi	92	175	2.861,85
Strascico	28	939	5.059,61
Oristano	311	1.278	12.074,96
Passivi	303	725	10.018,93
Strascico	8	553	2.056,03
Porto Torres	229	1.256	16.730,83
Passivi	215	764	13.899,53
Strascico	14	492	2.831,3

Figura 4.91 - Composizione della flotta Sarda per compartimento marittimo. Tabella tratta da *La Pesca e la Biodiversità (Ministero delle Politiche Agricole E Agroforestali)*

Nella composizione delle catture prevalgono i pesci (73,4%), seguiti dai molluschi (21,7%) e dai crostacei (5%). Scendendo a un maggior livello di dettaglio, il *mix* produttivo è caratterizzato da un ventaglio di specie molto ampio, in cui prevalgono triglie di scoglio (il 5,8% delle catture totali) e polpi (il 10,4% della produzione); il pescato si compone di specie caratterizzate da un elevato pregio commerciale.

Le valutazioni sullo stato delle risorse demersali condotte nei Mari di Sardegna, utilizzando sia approcci empirici (indicatori e le loro tendenze temporali), che approcci basati sui modelli di dinamica di popolazione, evidenziano una condizione di sfruttamento delle risorse sicuramente migliore di quella registrata in altre aree italiane.

In Sardegna (GSA 11), i teleostei costituiscono la categoria più rappresentata in peso nelle catture a strascico; seguono i selaci, i cefalopodi e infine i crostacei, rappresentati per lo più da specie di piccole dimensioni che poco contribuiscono al peso totale per la categoria.

Tra le specie in esame, il nasello è di gran lunga quello maggiormente rappresentato nelle catture sia dal punto di vista ponderale che numerico: gli indici di abbondanza medi sono risultati pari a 1.998 individui/km² e 61,9 kg/km².

La triglia di fango, che, tra le specie bersaglio, segue il nasello in ordine di importanza numerica e ponderale, mostra l'assenza di un andamento temporale, sia per gli indici di biomassa che per quelli di densità.

Altre specie commerciali di notevole importanza sono il gambero rosso, lo scampo ed il moscardino.

Il periodo di riproduzione è stato stimato combinando i dati ottenuti sia dalle campagne sperimentali (GRUND e MEDITS), sia dalle catture commerciali (CAMPBIOL) (Figura 4.92). Nel caso di *Merluccius merluccius* il reperimento di esemplari con gonade matura è risultato esiguo. Dai pochi dati a disposizione è emerso che la specie, pur esibendo un periodo riproduttivo esteso a tutto l'anno, presenta un picco di attività sessuale nel periodo gennaio-marzo. Il periodo riproduttivo di *Mullus barbatus* si concentra nel periodo tardo-primaverile estivo, quello di *Eledone cirrhosa* è incentrato in primavera-estate. Gli esemplari maturi di *Aristaeomorpha foliacea* si riproducono prevalentemente nei mesi estivi con un picco nel mese di luglio.

Specie	Mesi											
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
<i>M. merluccius</i>	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X
<i>M. barbatus</i>					X	X	X					
<i>N. norvegicus</i>					X	X	X					
<i>E. cirrhosa</i>				X	X	X	X	X				
<i>A. foliacea</i>						X	X	X				

Figura 4.92 – Periodi di picco riproduttivo per le specie bersaglio nella GSA 11. Informazioni integrate fra le campagne MEDITS, GROUND e le catture commerciali di tutti i segmenti di flotta combinati. Tabella tratta da La Pesca e la Biodiversità (Ministero delle Politiche Agricole E Agroforestali).

La pesca artigianale è presente in maniera capillare su tutto il territorio sardo dando occupazione a un importante numero di operatori del settore. Gli attrezzi maggiormente utilizzati dalle marinerie locali sono rappresentati principalmente dalle reti da posta seguite da nasse e palamiti. L'utilizzo delle reti da posta, come in generale di tutti gli attrezzi fissi, presenta un regime decisamente stagionale, in quanto gli operatori sono soliti calare in mare reti di maglia differente, a seconda dell'abbondanza delle specie in un determinato periodo.

Cospicuo risulta il fatturato derivante dalla pesca dell'aragosta rossa *Palinurus elephas* (euro 70-90/kg) nel periodo consentito dalla legislazione (marzo-agosto) (cfr. box "Peculiarità di pesca").

In generale il *mix* produttivo della piccola pesca è caratterizzato da un ventaglio di specie molto ampio in cui prevalgono triglie di scoglio, *Mullus surmuletus*, e polpi, *Octopus vulgaris*. La pesca della triglia di scoglio viene praticata principalmente nel periodo autunnale e, negli ultimi anni, anche nel periodo primaverile (in quanto non più attivo il fermo di pesca). Le nasse per la cattura del polpo vengono invece utilizzate esclusivamente nel periodo primaverile-estivo. Anche la cattura della triglia di scoglio rappresenta, come già visto per l'aragosta, una buona fonte di reddito per i pescatori locali, aggirandosi intorno a circa 400 tonnellate annue. Cospicui risultano anche i quantitativi di polpo comune, pescati, oltre che con le nasse, anche con le reti da posta.

4.6.4.1 La Pesca dei grandi Pelagici in Sardegna

La pesca dei grandi pelagici in Sardegna interessa quasi esclusivamente il tonno rosso, catturato con le tonnare fisse. Questi attrezzi affondano le loro origini nell'isola alla fine del XV secolo con la dominazione spagnola. Delle 24 tonnare censite in Sardegna ai primi del novecento rimangono attive solo quella dell'Isola di San Pietro e quella di Portoscuso, le uniche nel Mediterraneo. Dagli anni novanta la tonnara di corsa è stata sostituita con quella di tipo spagnolo, più maneggevole data la possibilità di effettuare un maggior numero di mattanze e quindi poter gestire meglio l'approvvigionamento del prodotto. La tonnara attuale è costituita da 5 camere: il grande, il bordonaro, il bastardo, la camera e la camera della morte. Nel 2011 la quota di tonno rosso destinata alle due tonnare sarde è stata di 140 t.

4.6.4.2 Le specie maggiormente pescate nel mar di Sardegna

Aristaeomorpha foliacea (gambero rosso)– Comunemente conosciuto come gambero rosso, *A. foliacea* è ampiamente distribuito in tutto il mondo e, nel Mediterraneo, è la principale specie target della pesca effettuata tra gli 800-1000 metri di profondità (Matarrese et al., 1997; Cau et al., 2002). La distribuzione batimetrica di questa specie riportata in letteratura, varia tra i 123 ed i 1100 metri di profondità con la maggior concentrazione degli individui presente tra i 600 e gli 800 metri (Politou et al., 2004).

Eledone cirrhosa* e *Eledone moschata (moscardino)– Mollusco cefalopode appartenete alla famiglia degli Octopodidae con ampia distribuzione batimetrica.

Non sono stati trovati in letteratura studi specifici per il mar di Sardegna, ma uno studio condotto lungo la costa Catalana ha mostrato il range di profondità in cui è possibile reperire questa due specie: *E.cirrhosa* è compreso tra i 40 ed i 660 metri (Gonzalez e Sanchez, 2002), mentre *E.moschata* tra i 26-366 metri. Nonostante l'ampio range batimetrico, la concentrazione maggiore degli individui si trova tra 100 ed i 200 metri (Gonzalez e Sanchez, 2002).

Merluccius merluccius (nasello)– Importante risorsa demersale in tutto il mondo tra cui il Mediterraneo. Nel mondo sono presenti 12 specie appartenenti al genere *Merluccius* (Inada, 1981), di cui solo una si trova nel Nord Atlantico e nel Mediterraneo e, in quest'ultimo, rispetto all'Atlantico si riconosce la sottospecie *Merluccius merluccius smiridus* (Cohen et al., 1990). Questa specie presenta, nel Mediterraneo, due picchi riproduttivi stagionali, in primavera ed autunno nel mar Adriatico e nel mar Ligure, tre picchi riproduttivi in Tunisia, o addirittura lungo le coste Catalane è capace di riprodursi durante tutto l'anno.

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

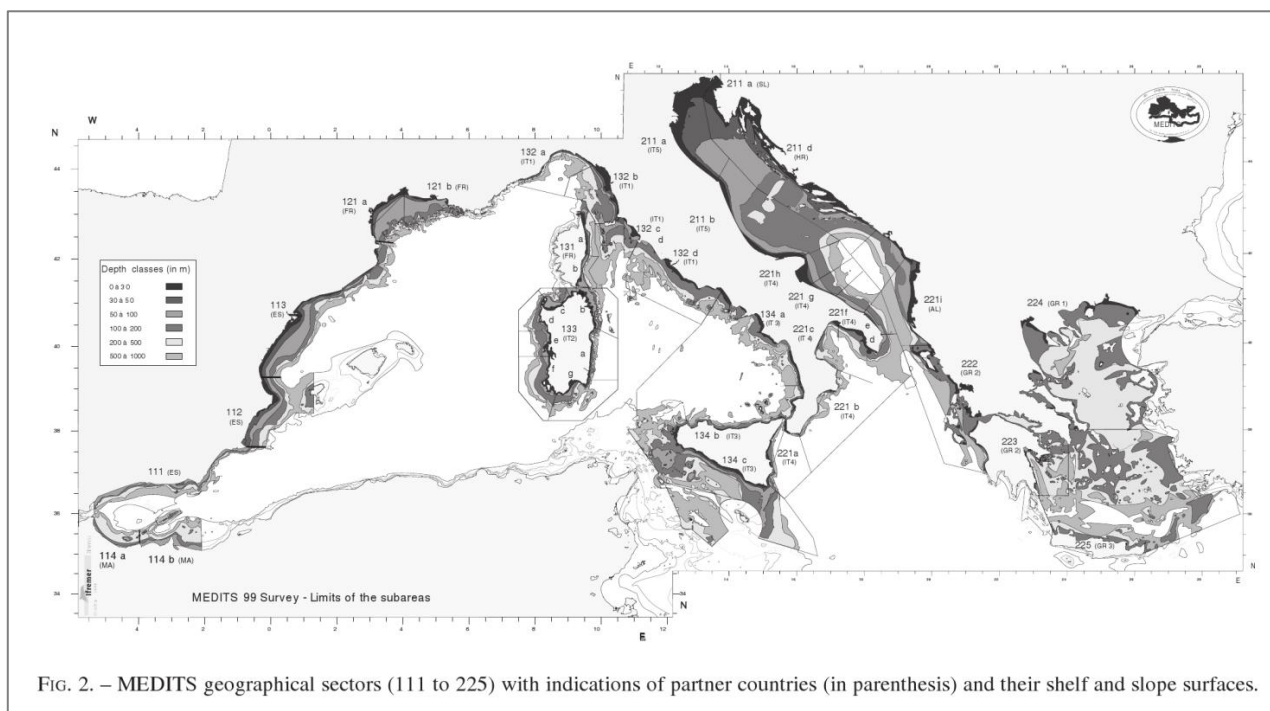


Figura 4.93 - Immagine tratta da Orsi-Relini et al., 2002.

Questo lavoro mostra la quantità in abbondanza e biomassa della specie misurata, rispettivamente, in individui per km² e kg per km². La Sardegna è stata la zona che ha presentato i maggiori valori di biomassa,

con 540 kg, specialmente nella parte est; mentre era la seconda per quanto riguarda l'abbondanza, mostrando il 15,2% del totale delle catture.

M. merluccius si trova maggiormente, sia in abbondanza di individui che in biomassa, a profondità comprese tra i 100 ed i 500 metri di profondità; esso è ancora presente fino ai 1000 metri, anche se in quantità notevolmente ridotta.

Mullus barbatus* e *Mullus surmuletus (triglia di fango) – Pesci demersali comuni nel mar Mediterraneo, si trovano principalmente ai 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*. Anche questa specie è distribuita in tutto il Mediterraneo e, nell'Atlantico, dal Mar del Nord al Senegal (Fischer et al., 1987).

Nello studio di Tserpes et al. (2002), all'interno del progetto MEDITS, vengono riportati i valori di abbondanza e biomasse, negli anni 1994-1999, relativi alle profondità comprese tra 10 e 800 metri.

Come è possibile vedere dalle tabelle, entrambe le specie sono ampiamente rappresentate nei primi 200 metri, scarsamente a profondità comprese tra i 200-500 metri, mentre non sono presenti oltre i 500 metri.

Palinurus elephas (aragosta)– Crostaceo decapode distribuito dalla Norvegia al Marocco attraverso il Mediterraneo, eccetto nell'estremo est e sud-est.

P. elephas vive su substrato roccioso e su coralligeno dove sono presenti micro-caverne e buche naturali dove poter trovare rifugio, ad una profondità compresa tra i 0-200 metri (Ceccaldi e Latrouite, 2000). Nel bacino ovest del Mediterraneo l'insediamento post larvale avviene in buche ai 5-15 metri di profondità durante l'estate (Diaz et al., 2001), sebbene alcuni giovani siano stati osservati anche a 35 metri di profondità in tarda estate (Goni e Latrouite., 2005). Gli adulti vivono da soli o in gruppi di 2 e, come i giovani, sono prevalentemente attivi di notte, anche se generalmente i loro movimenti sono limitati al foraggiamento ed alla riproduzione (Goni e Latrouite., 2005). Questo crostaceo è onnivoro, cibandosi preferenzialmente di molluschi echinodermi ed altri crostacei (Goni e Latrouite., 2005).

Octopus vulgaris (polpo)– Specie bentonica distribuita su fondali rocciosi, sabbiosi e fangosi dalla costa fino al margine della piattaforma continentale (Mangold, 1983; Belcari e Sartor 1999).

Le indagini condotte sulla distribuzione di questa specie in Mediterraneo, tra cui anche nel mar di Sardegna da Belcari et al. (2002) durante il progetto MEDITS, mostrano che la densità maggiore di *O. vulgaris* si trova tra 10 ed i 50 metri. Anche tra i 50-100 metri di profondità è ben presente, mentre la sua densità cala drasticamente oltre i 100 metri fino a scomparire del tutto dai 500 metri di profondità in giù.

4.6.5 Traffico marittimo

Il traffico marittimo relativo al Mar di Sardegna, è interessato da rotte nautiche indirizzate principalmente verso il settore meridionale ed orientale del Mar Mediterraneo.

Dalla Figura 4.94, ottenuta dalla sovrapposizione dell'area in istanza di permesso di prospezione alla carta nautica n° 432 INT 304 relativa alla zona dal Mar Balearico al Mar Tirreno, si può osservare che la maggior parte delle rotte nautiche che attraversano l'area oggetto di studio, seguono una direzione NO-SE e risultano collegare i porti di Marsiglia ai porti presenti oltre lo stretto di Sardegna.

Queste rotte convoglieranno a sud dell'Isola di Sardegna con altre provenienti dallo stretto di Gibilterra e dal settore occidentale del Mar Mediterraneo per raggiungere quello più orientale, fino al Mar Nero, passando attraverso lo stretto di Sicilia.

Tornando all'area oggetto di indagine, si nota che è attraversata da altre tre rotte nautiche, aventi circa la stessa direzione NE-SO. A differenza delle precedenti, collegano porti italiani con i maggiori porti presenti lungo le coste degli Stati che si affacciano al Mar Mediterraneo Occidentale, oppure con tutti quelli oltre lo Stretto di Gibilterra, costituendo quindi ulteriori collegamenti internazionali e mondiali.

I porti italiani in considerazione sono quelli di Civitavecchia e Livorno e le rotte dei traghetti sono relative alle tratte Civitavecchia-Barcellona e Livorno-Tangeri. Nella prima vengono compiuti sei itinerari a settimana, nella seconda invece solamente uno (www.directferries.it).

Il porto di Civitavecchia nel 2013 ha confermato la sua *leadership* mediterranea nel traffico crocieristico avendo movimentato oltre 2,5 milioni di passeggeri, con un aumento del +6% rispetto all'anno precedente (www.portidiroma.it). E' stato registrato un calo del 9% invece sia nel numero di passeggeri di linea che in quello delle navi accostate al porto. Il traffico totale complessivo in termini di tonnellaggio relativo all'anno 2013 è di 10.746.491.

Il porto di Livorno è il principale porto della regione Toscana e si mantiene uno dei più importanti in tutto il Mediterraneo sia per il traffico di passeggeri che, soprattutto, per quello merci. L'Autorità portuale di Livorno ha pubblicato per l'anno 2012 un tonnellaggio totale di merci movimentate pari a 27.418.023 e un numero di containers T.E.U. di 522.541. Il numero di croceristi si dimostra minore rispetto a quello registrato nel porto di Civitavecchia, con 1.037.849 unità, mentre 1.768.422 sono i passeggeri di linea (2012).

Per quanto riguarda il porto di Marsiglia, viene pubblicato due volte l'anno, precisamente ogni sei mesi un report, nel quale vengono elencate le linee marittime regolari interessanti il traffico navale in quel periodo, nel porto stesso. Vista la Figura 4.94 sono state considerate le zone comprendenti l'Italia, il Mar Adriatico, la Tunisia, la Libia, Malta, il Mar Mediterraneo Orientale (Grecia, est Europa, Russia, Turchia), il Mar Nero, la Siria, il Libano, Israele e l'Egitto.

Dal report pubblicato nel mese di luglio 2013 emerge che la frequenza settimanale con cui tutti i tipi di imbarcazioni (navi merci, portacontainer, traghetti e navi crociera) si muovono, lungo le linee marittime regolari dal porto di Marsiglia verso le aree appena elencate, risulta essere di 53.

Confrontando questo report con quello pubblicato nel mese di gennaio 2014, non si notano elevate variazioni (il dato si aggira infatti attorno a 58) perciò è evidente che non incide il fattore stagionalità, ma durante tutto il corso dell'anno si assiste allo stesso numero di regolari linee marittime.

Il porto di Marsiglia è il primo porto del Mediterraneo con un traffico generale di 86 milioni di tonnellate, un numero di containers T.E.U. pari a 1.062.408 e un numero di passeggeri di 2,4 milioni, nel 2012 (Tabella 4.51)

Sempre nel 2012 il porto è stato scalato da 8151 navi con una variazione leggermente negativa rispetto all'anno precedente (*Annual report 2012 Marseille Fos*, fonte: www.marseille-port).

Concentrandoci nel settore più vicino all'area in studio sono da considerare i porti turistici di Bosa Marina, Fertilia e Alghero.

Il porto di Bosa Marina si trova nel comune di Bosa, ha una lunghezza massima di 30 metri e un totale di 280 posti barca. E' uno degli scali più affascinanti dell'isola ed è munito di un pontile fisso di 80 metri e tre pontili galleggianti in cui possono ormeggiare yacht fino a 50 metri.

Il porto di Fertilia si trova in provincia di Alghero ed è situato nell'omonimo paese. E' simile in termini di dimensioni al porto di Bosa Marina, infatti i posti barca sono 250 e la massima lunghezza che raggiunge è di 25 metri. Qui la profondità del fondale va da 1,3 a 3,5 metri mentre a Bosa Marina arriva fino ai 6 metri.

Il porto di Alghero è un porto turistico comunale gestito anche da privati. E' il porto che vanta nell'area il numero più elevato di posti barca, pari a 960. Raggiunge una lunghezza massima di 60 metri con una profondità che va da 3 a 5 metri (www.ilportolano.it).

Sempre nella zona limitrofa all'area oggetto di studio è presente nella città di Porto Torres, il primo porto per quantità di merci e il secondo scalo per ordine di passeggeri di tutta la regione Sardegna.

Tabella 4.51 - Traffico del Porto di Marsiglia (fonte: AAPA Statistica mondiale Porti)

	Traffico generale (tonnellate)	Containers (TEU)	Passeggeri
2010	86 M	953.435	2.06 M
2011	88 M	944.047	2.3 M
2012	85.79 M	1.062.408	2.4 M



Figura 4.94 – Carta Nautica n° 432 INT 304 dell'Istituto Idrografico della Marina con l'area oggetto di studio, evidenziata in rosso.

Il porto di Porto Torres comprende il porto civico, quello industriale e un terminal destinato al traffico di combustibili solidi e liquidi destinati alla centrale elettrica. Il numero di posti barca è di 350 e si estende per una lunghezza massima di 30 metri. La profondità misurata è di 3-5 metri.

Il traffico generale registrato nel 2012 è pari a 1.735 navi Ro-Pax, 360 navi merci, 752.849 passeggeri, 250.407 auto, 1.167.117 tonnellate di merci Ro-Ro, 1.377.195 tonnellate di Rinfuse secche, 675.167 tonnellate di rinfuse liquide e 54.308 veicoli industriali (www.sardegnastrasporti.it).

Sono disponibili i collegamenti internazionali Porto Torres - Propriano - Ajaccio – Marsiglia e Porto Torres – Barcellona. Con l'Italia si collega invece ai porti di Genova e Civitavecchia (www.olbiagolfoaranci.it).

In conclusione, in base ai dati reperiti è possibile stimare un traffico settimanale di 62,5 imbarcazioni (Tabella 4.52) lungo le rotte che attraversano l'area in istanza (Figura 4.95).

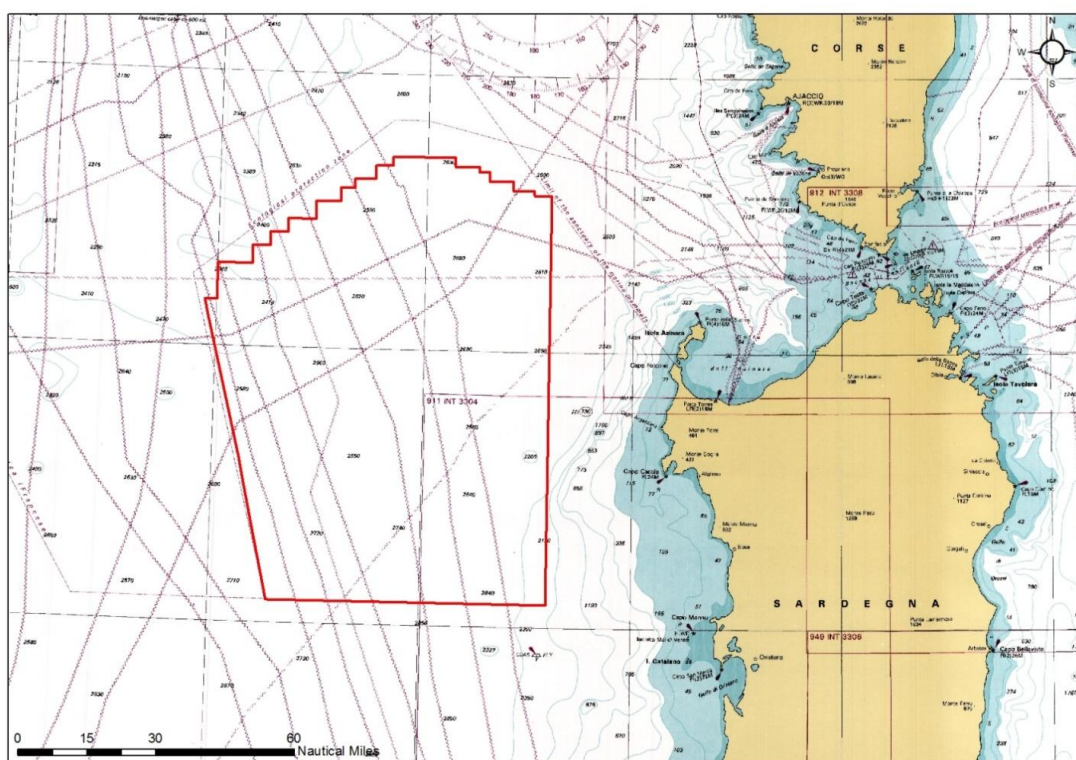


Figura 4.95 – Dettaglio delle rotte nautiche passanti per l'area in istanza di permesso di prospezione.

Tabella 4.52 – Traffico marittimo settimanale nell'area oggetto di studio.

Rotte nautiche	Frequenza settimanale
Marsiglia - Mar Mediterraneo meridionale e orientale*	55,5**
Civitavecchia - Barcellona	6
Livorno - Tangeri	1
	Totale
	62,5

* Porti degli Stati: Italia, Slovenia, Croazia, Albania, Montenegro, Tunisia, Libia, Malta, Grecia, Bulgaria, Romania, Moldavia, Ucraina, Georgia, Russia, Turchia, Cipro, Siria, Libano, Israele ed Egitto (www.marseille-port.fr).

** Valore medio annuo

5 ANALISI E STIMA DEGLI IMPATTI POTENZIALI

Lo scopo del presente capitolo è quello di individuare 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 descritto nei paragrafi precedenti, l'area oggetto di istanza si presenta come uno specchio d'acqua sito nel Mar di Saregna, ad una distanza minima di oltre 24 miglia nautiche dalle coste nord-occidentali dell'isola.

Il programma dei lavori prevede la registrazione di profili geofisici con la tecnica della sismica a riflessione 2D, per complessivi 7308 chilometri di profili sismici. Le operazioni hanno carattere temporaneo, al termine della campagna di acquisizione dati, della durata stimata di 73 giorni, tutte le attrezzature verranno rimosse ed i mezzi navali rientreranno in porto.

Durante la fase dell'indagine geofisica, condotta utilizzando come fonte di energizzazione l'*air-gun* e considerando le caratteristiche morfologiche dell'area, le possibili interazioni con la costa e le attività costiere sono da considerarsi trascurabili, viste la notevole distanza.

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.

Si ricorda che l'attività di energizzazione, effettuata attraverso gli *air-gun*, non andrà ad interessare le seguenti aree:

- complessi archeologici ufficialmente riconosciuti, relitti sommersi di interesse storico;
- aree marine protette;
- aree SIC-ZPS;
- aree di nidificazione delle tartarughe;
- aree di ripopolamento.

5.1 Identificazione azioni di progetto potenzialmente impattanti

Lo scopo di questo capitolo è quello di identificare i fattori di perturbazione delle varie azioni di progetto e le componenti ambientali interessate.

Oltre alla fase di acquisizione di dati di sottosuolo attraverso l'impiego di metodi geofisici, il progetto sarà completato da una serie di altre attività che sono 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 studio.

Pertanto, nel presente capitolo verrà considerata la sola fase operativa di acquisizione sismica, che rappresenta l'unica attività che potrebbe determinare un impatto sull'ambiente.

5.1.1 Azioni di progetto

Con lo scopo di identificare le azioni di progetto potenzialmente impattanti, la fase operativa di acquisizione geofisica è stata scomposta in varie azioni, quali:

1. movimentazione dei mezzi impiegati per la campagna di acquisizione: 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 (Porto Torres/Oristano). 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*: comprende le operazioni di stendimento degli *streamers* ed il posizionamento degli arigun;
3. energizzazione e registrazione: rilascio di aria compressa nello strato marino superficiale, necessaria per l'attività di acquisizione dei dati;

5.1.2 Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto

Una volta identificate le azioni di progetto previste per lo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica, sono stati individuati, per ciascuna di esse, una serie di fattori di perturbazione che rappresentano le possibili interferenze prodotte dall'attività sulle componenti ambientali dell'area oggetto di studio.

Si riportano nella Tabella 5.1 i principali fattori di perturbazione che si ritiene possano incidere sulle varie componenti ambientali:

Azione di progetto	Fattori di perturbazione
Movimentazione dei mezzi	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> e <i>air-gun</i>	Occupazione dello specchio d'acqua; Illuminazione notturna.
Energizzazione e registrazione	Emissioni sonore; Occupazione dello specchio d'acqua.

Tabella 5.1 – Fattori di perturbazione connessi alle azioni di progetto previste per l'attività di acquisizione geofisica

Tra i fattori di perturbazione individuati si è ritenuto di escludere l'eventuale interazione con il fondo marino, in quanto la strumentazione necessaria all'attività di acquisizione geofisica, che prevede l'uso degli *air-gun* come sorgenti di energizzazione, opera ad una profondità tra gli 8 e 35 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, né alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti marini. L'unica azione che potrebbe ripercuotersi sul sottofondo marino e/o sugli organismi bentonici che vivono sul fondale è l'eventuale ancoraggio delle navi, ma che, oltre a non essere previsto in alcuna fase dell'acquisizione, è escluso a priori a causa dell'elevata profondità delle acque, di oltre 2000 metri.

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.

Per quanto riguarda la produzione di rifiuti, si precisa che i rifiuti organici prodotti dalle navi impiegate verranno opportunamente trattati secondo la convenzione Marpol 73/78, e rientrano nel fattore di perturbazione indicato come "scarichi di reflui a mare", mentre non è prevista la produzione di rifiuti strettamente correlati all'attività di acquisizione geofisica 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

I cosiddetti "ricettori di impatto" corrispondono a tutti gli elementi di cui è composto il sistema ambientale che potrebbero subire modificazioni causate dalle attività in progetto. I ricettori di impatto sono stati suddivisi in cinque categorie (atmosfera, ambiente idrico, biodiversità ed ecosistemi, contesto socio-economico, paesaggio), che a loro volta sono state suddivise in altre sottocategorie. Lo scopo principale della scomposizione delle componenti ambientali in sottoelementi è la possibilità di poter evidenziare il livello al quale agiscono le diverse attività del progetto.

Nella seguente sono state identificate le componenti ambientali coinvolte dalle azioni di progetto riportate nel paragrafo 5.1.1.

Tabella 5.2 – Componenti ambientali coinvolte dalle attività in progetto.

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.
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.

	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 realizzazione delle attività in progetto ed alla presenza dei mezzi navali impiegati.

Per l'elaborazione della Tabella 5.2 sono state prese in considerazione anche altre componenti ambientali che, però, non saranno coinvolte nel caso del progetto in esame, quali:

- **Suolo e sottosuolo:** come precedentemente detto, 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 tra gli 8 e 35 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, né alle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti marini. L'unica azione che potrebbe ripercuotersi sul sottofondo marino e/o sugli organismi bentonici che vivono sul fondale è l'eventuale ancoraggio delle navi, ma che, oltre a non essere previsto in alcuna fase dell'acquisizione, è escluso a priori a causa dell'elevata profondità delle acque di oltre 2000 metri.
- **Salute pubblica:** per quanto riguarda la campagna di acquisizione geofisica, che si svolgerà ad oltre 24 miglia nautiche dalla costa, 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. L'attività infatti non prevede alcuna emissione di radiazioni ionizzanti e/o non ionizzanti, né l'impiego di materiali e/o fluidi potenzialmente nocivi. 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. Gli unici ricettori sensibili che potrebbero eventualmente risentire di possibili effetti generati dall'attività sono rappresentati dall'equipaggio della nave di acquisizione. Tuttavia, il rischio di potenziali impatti sulla salute dei lavoratori è annullato attraverso l'utilizzo obbligatorio degli appropriati dispositivi di sicurezza individuale (DPI) e la messa in opera di ogni pratica in conformità con i più alti standard in materia di sicurezza e salute e con quanto previsto dalla legislazione vigente in materia.
- **Sismicità indotta:** per quanto riguarda il rischio sismico, 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. Se non possiamo evitare i terremoti possiamo fare in modo che la nostra vulnerabilità ad essi diminuisca attuando delle misure preventive.” (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.

- **Turismo:** è possibile escludere eventuali effetti sul comparto turistico della zona o delle coste limitrofe, derivanti dalla presenza delle navi impiegate durante il rilievo, dovuto alla notevole distanza dalla costa dell'area di progetto (oltre 24 miglia nautiche). Inoltre, le operazioni verranno svolte indicativamente nel periodo autunno-invernale, ossia al di fuori del periodo di stagione turistica caratterizzato da maggior affluenza costiera ed 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.

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 progetto può generare una vasta gamma di impatti potenziali, che posso essere di diverso tipo (Tabella 5.3).

Tabella 5.3 – Tipi di impatti che un'attività umana può generare

Tipo di impatto	Descrizione
Diretto	Impatti che derivano da una interazione diretta tra l'attività in progetto ed le componenti ambientali interessate
Indiretto	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 azioni di progetto e componenti ambientali

Al fine di valutare le interazioni prodotte dalla campagna di acquisizione geofisica, una volta individuate le diverse azioni di progetto potenzialmente impattanti e le componenti ambientali interessate, è stato possibile identificare l'interazione tra di essi, raffigurata nella seguente tabella. Gli impatti diretti sono indicati con la lettera D, 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 e 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	

5.3 Criteri per la stima degli impatti indotti dalle attività in progetto

Per la valutazione degli impatti ambientali verrà utilizzato il metodo delle matrici di valutazione quantitative, che consiste nell'utilizzo di tabelle bidimensionali. All'interno di queste tabelle viene inserita la lista delle attività di progetto previste per la realizzazione dell'opera, la quale viene messa in relazione con una lista di componenti ambientali per identificare le potenziali aree di impatto. Per ogni intersezione tra gli elementi delle due liste è possibile dare una valutazione del relativo effetto assegnando un valore in base alla scala scelta e giustificata in 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.

Il metodo delle matrici risulta uno dei 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. Le valutazioni dei possibili impatti ambientali con questa metodologia permettono 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.

Nello specifico, una volta identificati i principali impatti prodotti dal tipo di attività in progetto, per ottenere una stima dell'importanza di ognuno sono state analizzate varie componenti, quali:

1. la scala temporale, legata alla durata dell'attività impattante (impatto temporaneo, a breve termine, a lungo termine, permanente);
2. la scala spaziale dell'impatto, ossia l'area massima di estensione in cui l'azione che crea l'impatto ha un'influenza sull'ambiente (impatto locale, regionale, nazionale, trans-frontaliero);
3. la sensibilità, ossia la capacità di recupero e/o l'importanza del ricettore/risorsa che viene influenzato;
4. il numero di elementi che potrebbero essere interessati dall'impatto (individui, famiglie, imprese, specie e habitat);
5. reversibilità, per valutare se l'impatto causerà alterazioni più o meno permanenti allo stato ambientale;
6. mitigabilità dell'impatto, ossia la possibilità di ammortizzare gli impatti anche in maniera parziale attraverso misure preventive oppure interventi di compensazione.

Ad ogni componente di impatto è stato poi assegnato un punteggio variabile da 1 a 4, a seconda delle condizioni specifiche associate alla stessa.

I criteri di valutazione sono elencati in Tabella 5.4.

Tabella 5.4 – Criteri di valutazione dei punteggi assegnati alle varie componenti di impatto

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

La somma dei punteggi di ogni singola componente determina la significatività dell'impatto sulle componenti ambientali analizzate, che può essere classificata come riportato in Tabella 5.5.

Tabella 5.5 – Livelli di significatività dell'impatto.

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

5.4 Analisi e stima degli impatti sulle componenti ambientali

Lo scopo del presente capitolo è quello 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 precedentemente riportato, per la stima degli impatti è stato utilizzato il metodo delle matrici quantitative, che prevedono l'individuazione e la stima, per ciascun elemento della matrice, attraverso 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

Nei paragrafi seguenti verrà analizzato e stimato l'impatto sulla componente atmosfera derivante dalle emissioni generate dall'attività in progetto, in base ai mezzi navali utilizzati dei due operatori proposti.

5.4.1.1 Acquisizione con Western Geco

Il presente paragrafo illustra le caratteristiche relative all'alimentazione dei mezzi utilizzati per il rilievo geofisico.

Le attività di acquisizione verranno supportate dall'utilizzo di Gasolio marino (MGO) per il funzionamento della nave sismica e delle navi di supporto. Oltre al funzionamento dei motori il carburante servirà anche per il motogeneratore del compressore previsto per la produzione di aria compressa per gli *air-gun*.

Sulla base di esperienze analoghe, si possono stimare i seguenti consumi specifici di carburante (Tabella 5.6).

Tabella 5.6 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati (fonte: WesternGeco).

Tipo di nave	Consumo di carburante (m ³ /g)	
Western Patriot (2D survey)	piena velocità	32
	economica	28
	durante l'acquisizione	11
	in porto	3.5
Nave da inseguimento	medio	3

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

Una stima delle emissioni previste è riportata in Tabella 5.7.

Tabella 5.7 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂ (fonte: Schlumberger).

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
2D survey	73 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	11	803	0.01	0.91
Nave da inseguimento	73 giorni	Gasolio marino (MGO)	880	3.5	256	0.003	0.29

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

Un'altra fonte di emissioni in atmosfera potrebbe essere rappresentata dalle emissioni dell'inceneritore di rifiuti presente a bordo della nave sismica. L'uso dell'inceneritore sarà limitato e discontinuo ed unicamente destinato allo smaltimento di rifiuti oleosi (oli e lubrificanti) e rifiuti solidi e non inciderà in modo significativo sulla qualità dell'aria dell'area oggetto di indagine.

5.4.1.2 Acquisizione con SeaBird

Il funzionamento della nave per l'acquisizione e per le navi da supporto verrà supportato dall'utilizzo di Gasolio marino del tipo (MDO – *Marine Diesel Oil*). Questo garantirà il funzionamento dei motori delle diverse navi e tutti gli altri generatori connessi alle attività di acquisizione quali il motogeneratore del compressore previsto per la produzione di aria compressa per gli *air-gun*.

In base all'esperienze passate di altre campagne di acquisizione, si possono stimare i seguenti consumi specifici di carburante (Tabella 5.8):

Tabella 5.8 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati (fonte: SeaBird, CMS international).

Tipo di nave	Consumo di carburante	
Northern Explorer (2D survey)	durante l'acquisizione	0.0875 t/km
Apollo Moon (Nave da supporto)	piena velocità	3.5 m ³ /g
	economica	3.2 m ³ /g
	da scorta	2.2 m ³ /g
	<i>standby</i> in mare	1 m ³ /g
Apollo Sun (Nave da supporto)	piena velocità	3 m ³ /g
	economica	2.3 m ³ /g
	da scorta	1 m ³ /g

	standby in mare	0.5 m ³ /g
--	-----------------	-----------------------

Le emissioni in atmosfera, generate nel corso delle attività di acquisizione geofisica, sono legate essenzialmente allo scarico di gas dei motori e dei generatori, alimentati a MDO (*Marine Diesel Oil*), utilizzati dalla nave sismica e dalla nave dalle navi di supporto. Nella Tabella 5.9 si riporta la stima delle emissioni di CO₂ in relazione al consumo di carburante e al tipo di mezzo impiegato.

Tabella 5.9 – Stima sul consumo di carburante dei vari mezzi impiegati e le emissioni di CO₂ (SeaBird).

Tipo di nave	Durata acquisizione	Tipo di carburante	Consumi di carburante (ton)		Emissioni di CO ₂ (kton)	
				Totali	Fattore	Totali
Northern Explorer	73 giorni	Gasolio marino (MDO)	0.0875 t/km	640	3.19	2.04
Apollo Moon	73 giorni	Gasolio marino (MDO)	1.7 t/g	124	3.16	0.39
Apollo Sun	73 giorni	Gasolio marino (MDO)	1.7 t/g	124	3.16	0.39

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

Un'altra fonte di emissioni in atmosfera potrebbe essere rappresentata dalle emissioni dell'inceneritore di rifiuti presente a bordo della nave sismica. L'uso dell'inceneritore sarà limitato e discontinuo e non inciderà in modo significativo sulla qualità dell'aria dell'area oggetto di indagine.

5.4.1.3 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

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

La durata di carattere temporaneo della campagna geofisica, di circa 73 giorni, genererà emissioni in atmosfera strettamente legate alla durata delle operazioni ed alla posizione della nave, 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.

Pertanto, si ritiene di escludere 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, quali la nave di acquisizione e quella di appoggio. Di conseguenza, l'impatto potenziale sulla componente atmosfera 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 alle emissioni di imbarcazioni e pescherecci che abitualmente transitano nella zona.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, 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

La matrice evidenzia che l'impatto generato sulla componente atmosfera risulta di livello basso, in quanto a breve termine, lievemente esteso ad un limitato intorno dell'area, non agisce su ricettori sensibili, totalmente reversibile e 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.

Normalmente vengono prodotti diversi tipi di rifiuti sulle navi impiegate per la campagna di acquisizione geofisica, nei seguenti paragrafi vengono riportati quelli previsti per entrambi gli operatori proposti, e la metodologia di trattamento.

5.4.2.1 Acquisizione con Western Geco

Vari tipi di rifiuti vengono generati durante indagini sismiche in mare aperto. I rifiuti tipicamente generati e il trattamento previsto, con relativo metodo di smaltimento o stoccaggio, sono riassunti nella tabella sottostante.

Tabella 5.10 – Possibili rifiuti prodotti durante la navigazione e le varie fasi operative in nave (fonte: Schlumberger).

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 5.11 – Specifiche delle diverse attrezzature a bordo per il trattamento dei rifiuti (fonte: WesternGeco).

Attrezzatura omologata IOPP (International Oil Pollution Prevention)	
Inceneritore, fanghi e rifiuti	Oil GOLAR (TeamTec) OGS 200
Sentina per olio e acqua	Marinfloc PRE-T500 + HELISEP M 1000
Capacità dei serbatoi per emulsioni, fanghi e acque nere	17 metri ³
Oil Spill Absorbent/Damage Control	OIL SPILL KIT
Impianto di depurazione	Aquamar, Bio-Unit MSP II

5.4.2.2 Acquisizione con SeaBird

La nave Northern Explorer è fornita di un inceneritore TeamTec OG 200C, con capacità di 400 litri, per lo smaltimento dei rifiuti. Nella seguente tabella sono indicati i rifiuti normalmente prodotti sui mezzi impiegati ed il trattamento previsto.

Tabella 5.12 – Procedure per la lavorazione dei rifiuti – Piano della gestione dei rifiuti (fonte: Seabird)

Rifiuti speciali o pericolosi	Trattamento
Derivanti dalla pulizia del ponte	Gettati in mare se i detersivi sono biodegradabili, altrimenti raccolti e smaltiti in porto.
Acque reflue	MARPOL prevede che gli scarichi fognari delle navi siano: 1 - triturati e disinfettati e che l'effluente non deve produrre solidi

	<p>galleggianti visibili, né provocare la colorazione dell'acqua circostante. L'effluente trattato può essere scaricato in mare, come normale pratica a bordo di navi oceaniche ad un minimo di 3 miglia nautiche dalla costa.</p> <p>2 – immagazzinati in un serbatoio sufficientemente capiente per il numero di persone a bordo e la durata del progetto. Il serbatoio deve essere costruito in modo da rispettare le misure previste dalla norma. Il liquame può essere scaricato a un minimo di 12 miglia nautiche dalla costa.</p>
Scarico a mare delle acque provenienti dai locali macchine e ponti	La concentrazione di olio presente nell'acqua oleosa dalla nave, proveniente dal locale macchine, deve rispettare le norme MARPOL (15 ppm - olio in acqua). Ciò deve avvenire attraverso l'uso di un sistema di separazione olio/acqua a norma che deve essere installato a bordo se la nave intende scaricare l'acqua di sentina in mare.
Acqua di zavorra	L'acqua di zavorra deve essere conservata in serbatoi dedicati e non deve essere contaminata con olio. L'acqua di zavorra subire una separazione adeguata e deve essere trattata per soddisfare gli standard della MARPOL (15 ppm di olio limite in acqua). Lo scarico delle acque di zavorra deve seguire la convenzione IMO (<i>Ballast Water Management Convention</i>) del 2004.
Materiale combustibile non tossico	Il materiale combustibile non tossico può essere inceneriti sulla nave mentre il resto non combustibile deve essere smaltito in una discarica a terra. Metalli e materiale di scarto devono essere stoccati e smaltiti a terra.
Oli esausti	Il riciclaggio degli oli è una normale pratica usata. Quando ciò non è possibile, oli da cucina, olio motore, solventi, detergenti a base di idrocarburi, devono essere smaltiti. Questi oli possono avere diversi gradi di tossicità e a seconda dei casi possono essere bruciati nell'inceneritore o spediti allo stabilimento a terra per il trattamento e lo smaltimento.
Prodotti chimici	Lo smaltimento di qualsiasi sostanza chimica pericolosa deve essere effettuata caso per caso e in un modo conforme alle autorità controllo. Materiale informativo, schede di sicurezza e servizi di consulenza devono essere sempre disponibili.
Filtri	I filtri sono tenuti ad essere smaltiti in una discarica autorizzata o inceneriti a bordo (a seconda del tipo di filtro).
Plastica e materiali tossici	Lo smaltimento di materiali plastici o sostanze tossiche/pericolose devono essere fatto a terra in un modo conforme alla legge.
Esplosivi/batterie/sotto pressione/vernice/cartucce per stampanti	L'appropriato smaltimento di tali sostanze deve essere eseguito a terra in modo conforme a quanto imposto dalle autorità competenti. Tali materiali possono essere riutilizzati da altri specialisti.
Lampadine fluorescenti	Le lampadine fluorescenti contengono composti chimici come fluoro , neon, polvere di piombo, metalli pesanti tossici, mercurio. Per evitare la rottura delle lampadine queste devono essere imballate .
Rifiuti provenienti dalle attività di acquisizione	Involucro dello <i>streamer</i> , galleggianti, batterie al litio devono essere smaltite secondo la normativa vigente.

5.4.2.3 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

E' opportuno sottolineare che tutti i mezzi impiegati saranno conformi a quanto previsto dalla MARPOL (Convenzione internazionale per la prevenzione dell'inquinamento causato da navi) e le relative regole di protezione marina. 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 le 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.

Tuttavia, l'immissione in mare di tali scarichi 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 ed all'altezza della colonna d'acqua, tra i 1000 e i 2000 metri.

Inoltre, la durata di carattere temporaneo della campagna geofisica, e l'ubicazione in mare aperto su una vasta area, a notevole distanza dalla costa rendono 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 e quella di appoggio.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'alterazione della componente ambiente idrico.

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 livello trascurabile, in quanto a breve termine, lievemente esteso, non agisce su ricettori sensibili, 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.

In mare le principali sorgenti acustiche possono essere di origine naturale, provocate da mammiferi marini, terremoti, moto ondoso e piogge, oppure di origine antropica, dovute al traffico navale, lavori di costruzione ed attività costiere, ecoscandagli, *sonar* militari e civili, indagini geosismiche ed esperimenti oceanografici, generatori eolici. In aree ad elevato traffico navale, il rumore di fondo di molte navi può raggiungere livelli tra 170 e 200 dB re 1 μ Pa.

I suoni emessi durante le indagini geosismiche, generalmente caratterizzati da alta intensità e basse frequenze, vengono diretti verso la crosta terrestre e da questa, a loro volta, riflessi per poter così fornire una conoscenza dei vari assetti geologici che caratterizzano l'area indagata. Il suono riflesso viene processato per ottenere informazioni riguardo alla struttura e alla composizione delle formazioni geologiche, e per individuare potenziali riserve di idrocarburi.

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 a confronto, potenzialmente presenti in mare.

Nei paragrafi seguenti verrà analizzato e stimato l'impatto acustico derivante dalle emissioni sonore generate dall'attività in progetto, in base ai parametri di acquisizione dei due operatori proposti.

5.4.3.1 Acquisizione con Western Geco

Il presente paragrafo illustra le caratteristiche energetiche acustiche prodotte dall'*array* di *air-gun* in base alla configurazione descritta nel capitolo 3.4.1.2.

Per la modellizzazione dei responsi degli *array* di *air-gun* è stato impiegato il modello matematico Gundalf, largamente utilizzato negli studi di settore.

La Tabella 5.13 elenca 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).

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	4.5
2	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-5.500	6.000	0.00000	1	4.6
3	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-6.400	6.000	0.00000	1	3.8

4	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-5.600	6.000	0.00000	1	3.9
5	2000.0	280.0	1500LL	6.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.8
6	2000.0	195.0	1500LL	9.000	-6.000	6.000	0.00000	1	4.1
7	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.6
8	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	-6.000	6.000	0.00000	1	3.4
9	2000.0	290.0	1500LL	0.000	-0.500	9.000	0.00200	2	4.7
10	2000.0	290.0	1500LL	0.000	0.500	9.000	0.00200	2	4.7
11	2000.0	195.0	1500LL	3.000	-0.400	9.000	0.00200	2	4.3
12	2000.0	195.0	1500LL	3.000	0.400	9.000	0.00200	2	4.3
13	2000.0	280.0	1500LL	6.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.2
14	2000.0	195.0	1500LL	9.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.6
15	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	0.000	9.000	0.00200	2	4.3
16	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	0.000	9.000	0.00200	2	3.4
17	2000.0	290.0	1500LL	0.000	5.500	6.000	0.00000	3	4.6
18	2000.0	290.0	1500LL	0.000	6.500	6.000	0.00000	3	4.6
19	2000.0	195.0	1500LL	3.000	5.600	6.000	0.00000	3	3.9
20	2000.0	195.0	1500LL	3.000	6.400	6.000	0.00000	3	3.8
21	2000.0	280.0	1500LL	6.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.8
22	2000.0	195.0	1500LL	9.000	6.000	6.000	0.00000	3	4.1
23	2000.0	145.0	1900LLX	12.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.6
24	2000.0	105.0	1900LLX	15.000	6.000	6.000	0.00000	3	3.4

Tabella 5.13 - 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 (elaborazione del modello matematico Gundalf).

La Figura 5.1 mostra i tre centri dell'array di air-gun, il centro geometrico, il centro di pressione e il centro di energia, definiti come segue:

- Il centro geometrico dell'array è rappresentato dal centro del rettangolo formato dai valori più grandi e più piccoli di x e y degli air-gun attivi.
- Il centro di pressione è calcolato in base a ciascuna posizione degli air-gun attivi, ponderata secondo il loro contributo al picco di pressione complessivo.

- Il centro di energia viene calcolato ponderando le coordinate dovute alla self-energia (contributo all'energia della particella stessa dovuto all'interazione fra la particella e il resto del sistema) degli *air-gun* attivi in quella posizione. In un *array* di *air-gun* il centro di energia può anche trovarsi molto lontano dal centro di pressione, dovuto al fatto che alcuni *air-gun* possono assorbire energia, apportando una self-energia negativa.

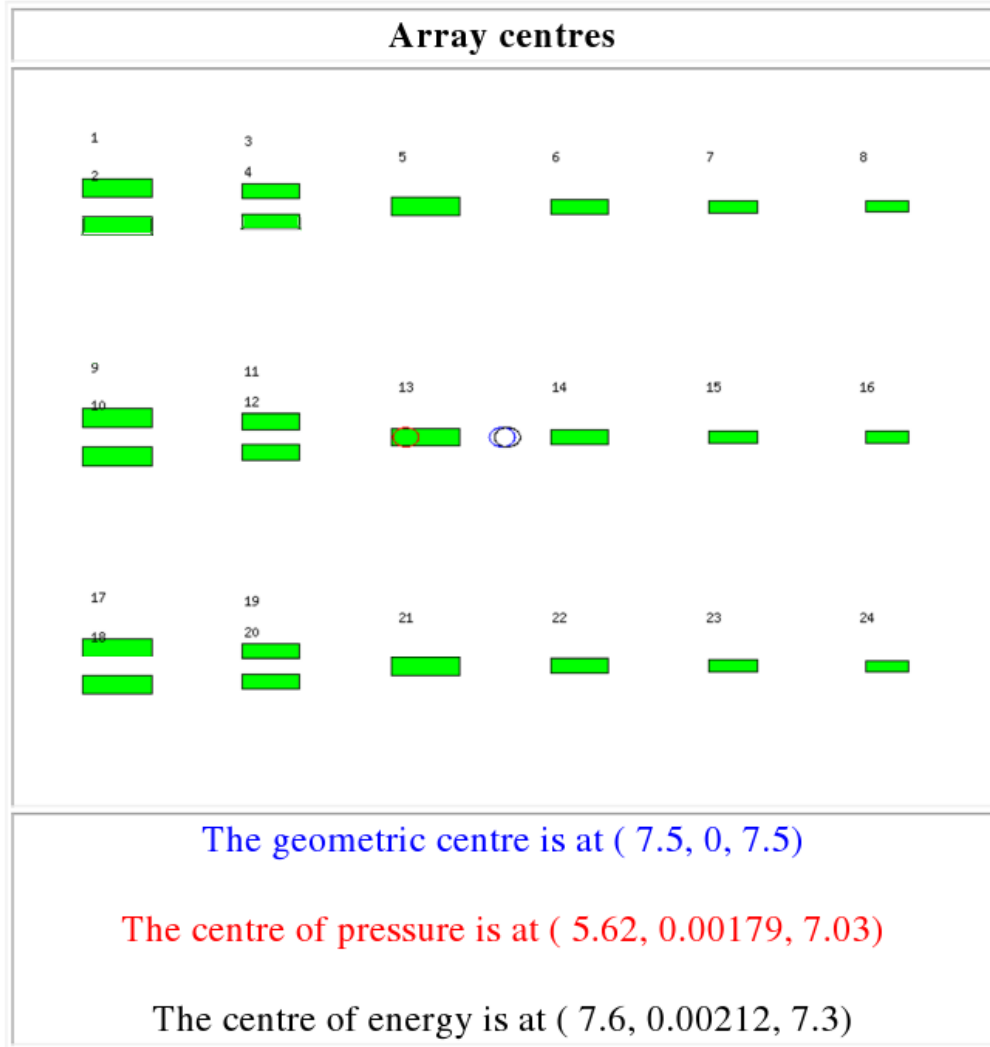


Figura 5.1 – Rappresentazione grafica dei centri dell'array di *air-gun*, in pianta. Il cerchio blu rappresenta il centro geometrico dell'array, il cerchio rosso indica il centro di pressione, mentre il centro dell'energia è mostrato come un cerchio nero (elaborazione del modello matematico Gundalf).

I contributi dei singoli *air-gun* al campo dell'energia acustica, espressi in joule, sono elencati in Tabella 5.14. Un valore negativo indica che l'*air-gun* assorbe energia, un comportamento comune in un *array*, dovuto alle interazioni tra *air-gun*. Ciò non significa tuttavia che l'*air-gun* stia limitando la performance dell'array, ma piuttosto che agisce come un catalizzatore per permettere agli altri *air-gun* di operare in modo più efficiente. L'energia acustica totale rappresenta la vera prestazione della matrice nel suo complesso. Il rendimento acustico di un *array* di *air-gun* è generalmente inferiore del 5% rispetto all'energia totale iniziale.

Energia acustica totale emessa	Energia acustica totale emessa, dovuta	Energia potenziale totale disponibile	Percentuale sul totale di energia potenziale che
--------------------------------	--	---------------------------------------	--

(J)	all'interazione energetica (J)	nell'array (J)	appare sottoforma di energia acustica
791617,8	37024,4	1150129,4	68.8%

Volume (cuin)	x (m)	y (m)	z (m)	Contributo energia acustica (J)
290.0	0.00	-6.50	6.00	-13938.2
290.0	0.00	-5.50	6.00	-27414.7
195.0	3.00	-6.40	6.00	50654.3
195.0	3.00	-5.60	6.00	49499.0
280.0	6.00	-6.00	6.00	44864.7
195.0	9.00	-6.00	6.00	58830.9
145.0	12.00	-6.00	6.00	36067.1
105.0	15.00	-6.00	6.00	26090.1
290.0	0.00	-0.50	9.00	28022.8
290.0	0.00	0.50	9.00	28255.7
195.0	3.00	-0.40	9.00	38976.2
195.0	3.00	0.40	9.00	39163.5
280.0	6.00	0.00	9.00	75465.4
195.0	9.00	0.00	9.00	61137.2
145.0	12.00	0.00	9.00	44740.6
105.0	15.00	0.00	9.00	26360.8
290.0	0.00	5.50	6.00	-27631.6
290.0	0.00	6.50	6.00	-13655.8
195.0	3.00	5.60	6.00	49403.5
195.0	3.00	6.40	6.00	50817.8
280.0	6.00	6.00	6.00	44900.0
195.0	9.00	6.00	6.00	58842.1
145.0	12.00	6.00	6.00	36074.8
105.0	15.00	6.00	6.00	26091.7

Tabella 5.14 – Caratteristiche di energia acustica dell'array di air-gun. I numeri in rosso denotano spari che agiscono da catalizzatore per l'array, assorbendo energia (elaborazione del modello matematico Gundalf).

La Figura 5.2 riporta lo spettro acustico caratteristico dell'array di air-guns previsto per l'acquisizione geofisica in progetto, secondo la configurazione precedentemente descritta, denominata "5085 cuin at 6m-9m-6m depth". Osservando la figura, è possibile notare un primo picco positivo che rappresenta la pressione generata dall'array di air-gun, il primo picco negativo, denominato "ghost", che rappresenta la

riflessione del primo impulso sulla superficie dell'acqua e le ondulazioni successive che sono dovute agli effetti delle bolle generate dall'impulso.

La Figura 5.3 mostra lo spettro relativo all'ampiezza della pressione sonora generata dall'array di air-gun, in relazione alla frequenza. E' possibile osservare che la maggiore intensità è associata a frequenze inferiori a 70 Hz. Le oscillazioni osservabili nello spettro intorno ai 20-50 Hz rappresentano gli impulsi dovuti alle "bolle" che si generano successivamente al primo impulso. Va inoltre osservato che gli effetti di assorbimento sono maggiori per le alte frequenze rispetto alle frequenze al di sotto degli 70 Hz, il che suggerisce che le alte frequenze risultano attenuate più rapidamente rispetto alle basse frequenze.

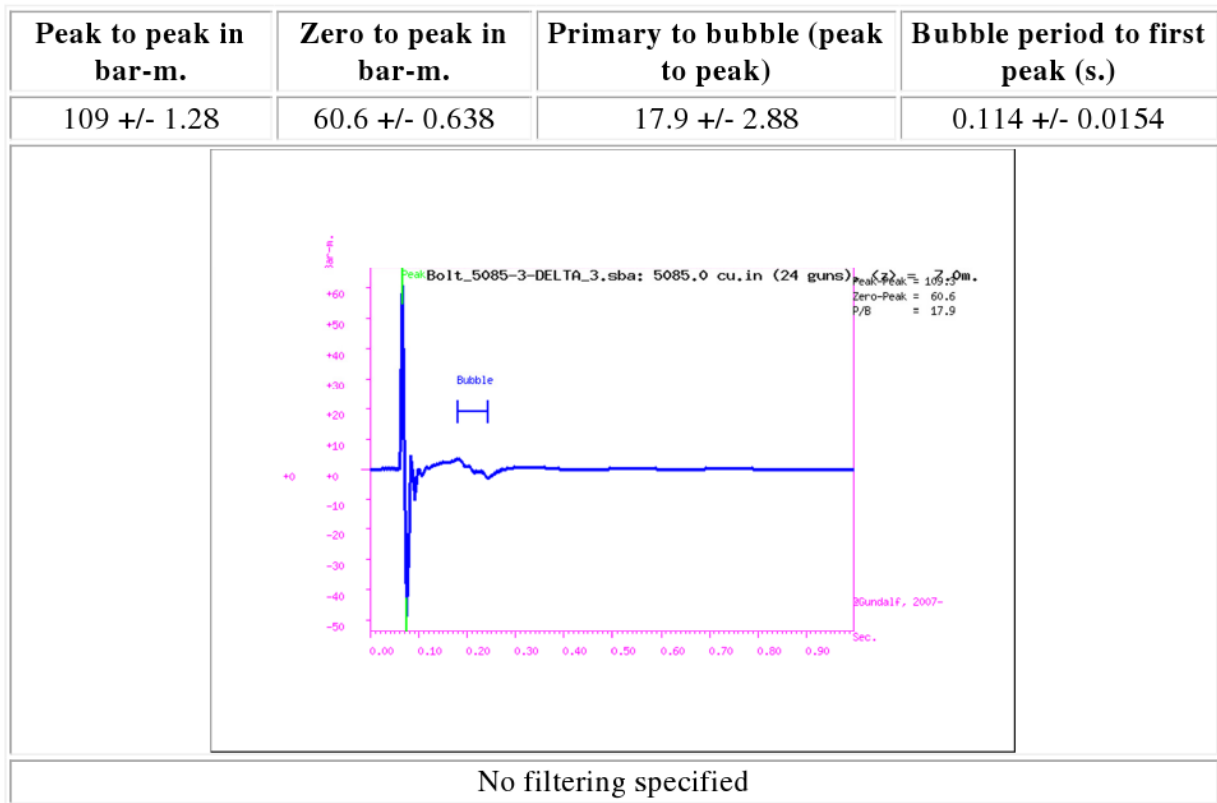


Figura 5.2 – Picco di pressione dell'array di air-gun, secondo la configurazione 5085 cuin at 6m-9m-6m depth (elaborazione del modello matematico Gundalf).

Amplitude spectrum. Amplitude Units are dB. relative to 1 μPa / Hz. at 1m.

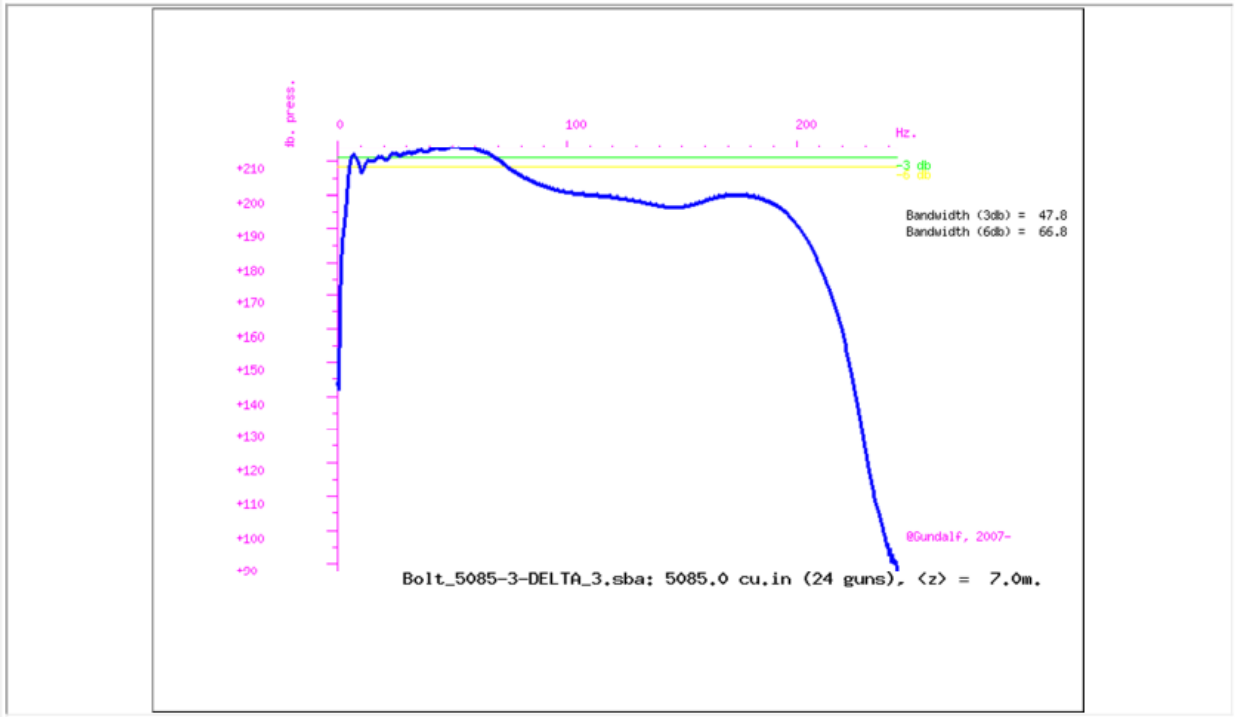


Figura 5.3 – Ampiezza dello spettro di emissione dell’array di air-gun, secondo la configurazione 5085 cuin at 6m-9m-6m depth. Unità di misura: dB re a 1 μPa / Hz a 1m (elaborazione del modello matematico Gundalf).

La Figura 5.4, invece, mostra la direzione preferenziale verso la quale viene emessa la maggiore quantità di energia dell’array di air-gun. Il modello riporta l’emissione di energia nelle due componenti ortogonali, la componente lungo la direzione parallela a quella del movimento della nave (*inline directivity*), e quella lungo la direzione perpendicolare all’asse della nave (*crossline directivity*).

Il livello della sorgente sonora dell’array varia considerevolmente sia nella direzione parallela o perpendicolare a causa della complessa configurazione degli air-gun che compongono l’array. E’ possibile osservare che l’emissione di un gruppo di sorgente di energia è di tipo direzionale ed il valore massimo di emissione è diretto verso il basso.

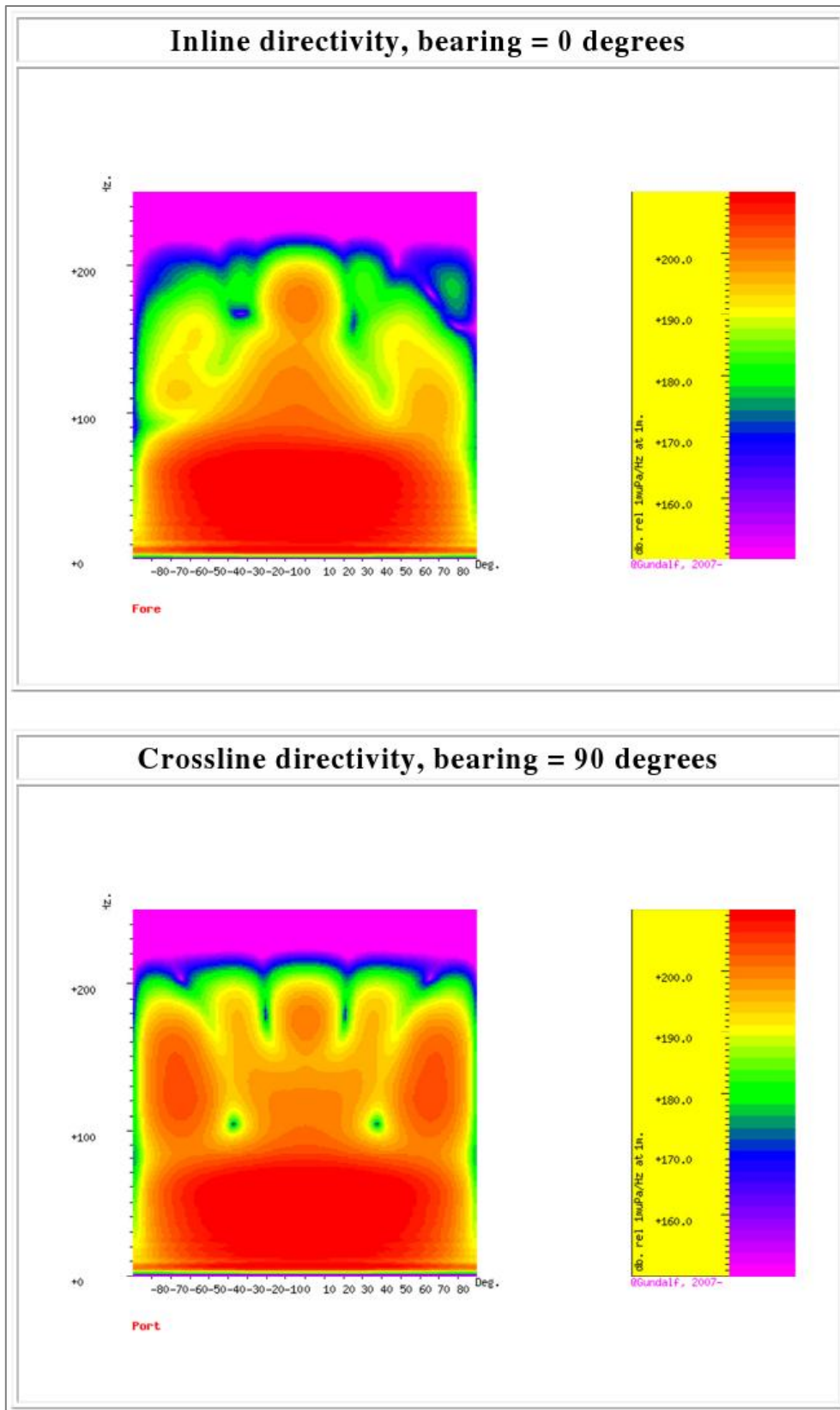


Figura 5.4 - Direzione preferenziale dell'energia immessa. In alto è visualizzata la componente lungo la direzione parallela a quella del movimento della nave (inline directivity), in basso la componente lungo la direzione perpendicolare all'asse della nave (crossline directivity). Elaborazione del modello matematico Gundalf.

5.4.3.2 Acquisizione con SeaBird

Le caratteristiche energetiche acustiche di seguito descritte sono state elaborate secondo i parametri di acquisizione descritti nel paragrafo 3.4.2.2.

Come noto, il picco massimo di energia da ogni elemento sorgente non si allinea nella sua posizione vicino alla sorgente di energia (*near field*) poiché essa non è più rappresentata da un punto ma è distribuita lungo il gruppo di sorgenti (*array*) e nello spazio/tempo. Pertanto il livello di pressione emesso vicino alla sorgente è inferiore rispetto a quello calcolato nel campo lontano.

La Figura 5.5 riporta lo spettro acustico caratteristico per un'emissione di energia in un campo lontano, emesso da un *array* di *air-gun* secondo la configurazione precedentemente descritta, denominata "NE 5000 060 2000". Osservando la figura, è possibile notare un primo picco positivo che rappresenta la pressione generata dall'*array* di *air-gun*, il primo picco negativo, denominato "ghost", che rappresenta la riflessione del primo impulso sulla superficie dell'acqua e le oscillazioni successive che sono dovute agli effetti delle bolle generate dall'impulso.

La Figura 5.6 mostra lo spettro relativo all'ampiezza della pressione sonora generata dall'*array* di *air-gun*, in relazione alla frequenza. È possibile osservare che la maggiore intensità è associata a frequenze inferiori a 80-100 Hz. Le oscillazioni osservabili nello spettro intorno ai 20-50 Hz rappresentano gli impulsi dovuti alle "bolle" che si generano successivamente al primo impulso, mentre il picco negativo a circa 125 Hz è dovuto all'impulso "ghost" generato dalla riflessione dell'onda acustica sulla superficie del mare.

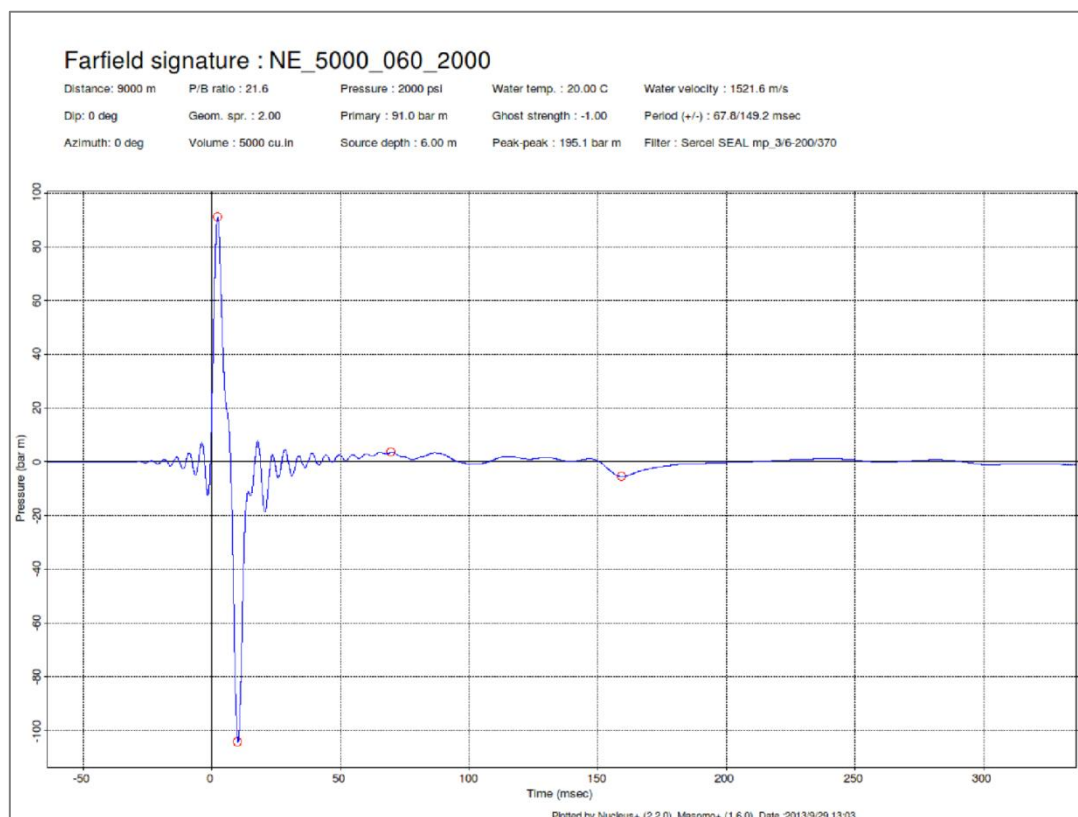


Figura 5.5 - Modello dello spettro della pressione sonora per un'emissione di energia in un campo lontano, secondo la configurazione prevista per l'acquisizione in progetto.

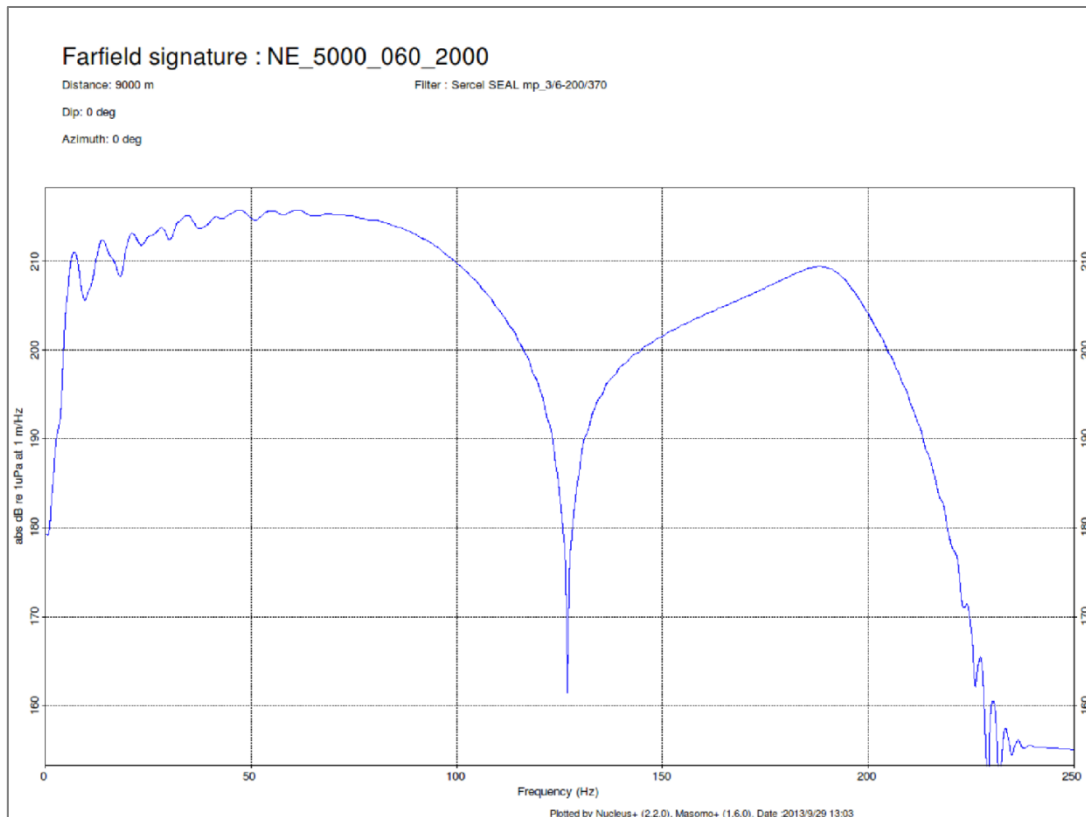


Figura 5.6 - Modello dello spettro di ampiezza per un'emissione di energia in un campo lontano, secondo la configurazione prevista per l'acquisizione in progetto.

La Figura 5.7 mostra i centri dell'array di *air-gun*, definiti come segue:

- Il centro geometrico dell'array è rappresentato dal centro del rettangolo formato dai valori più grandi e più piccoli di x e y degli *air-gun* attivi.
- Il centro di pressione è calcolato in base a ciascuna posizione degli *air-gun* attivi, ponderata secondo il loro contributo al picco di pressione complessivo.

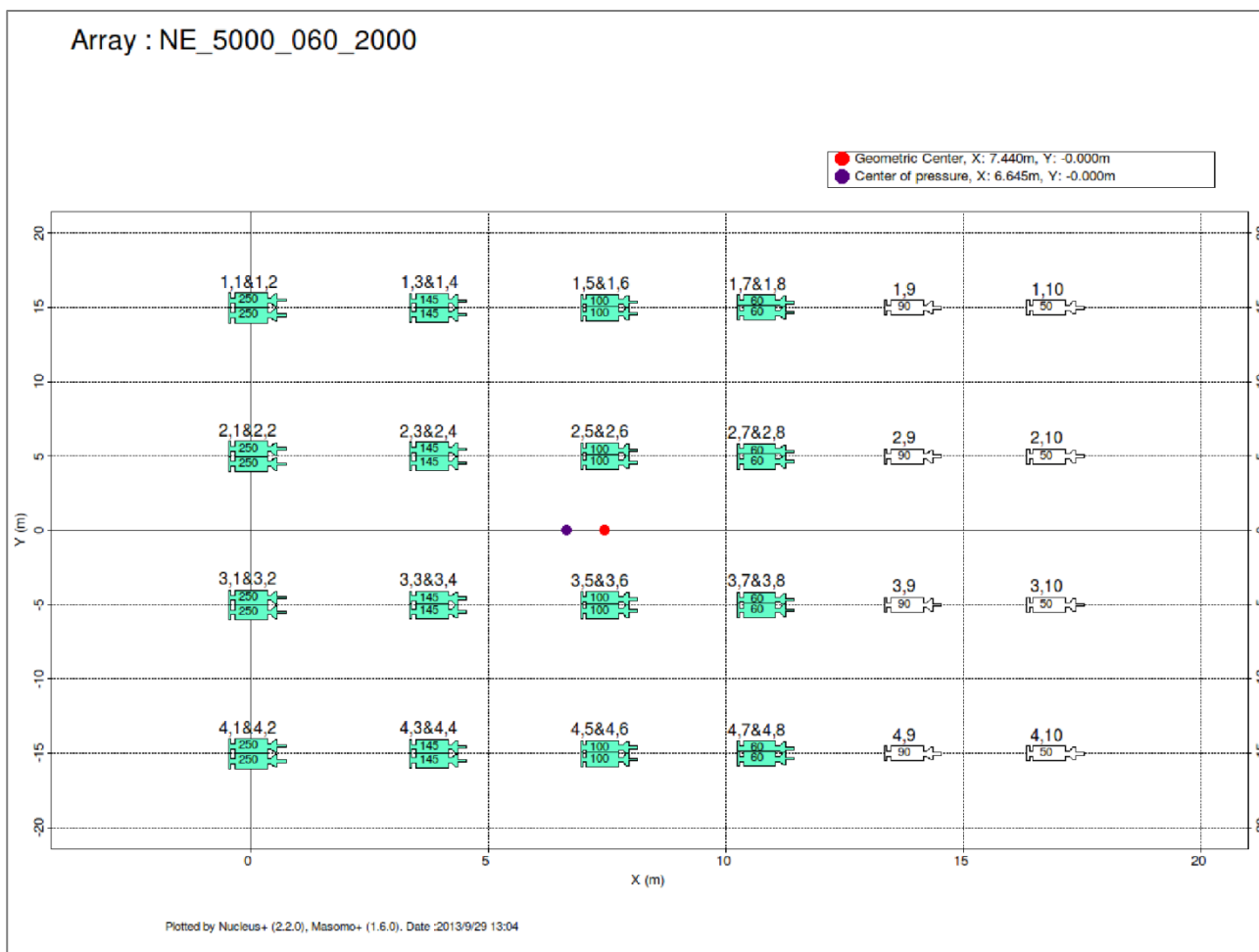


Figura 5.7 - Rappresentazione grafica dei centri dell'array di air-gun, in pianta. Il cerchio rosso rappresenta il centro geometrico dell'array, mentre il cerchio viola indica il centro di pressione.

Per quanto riguarda invece la direzione preferenziale verso la quale viene emessa la maggiore quantità di energia dell'array di air-gun, questa risulta particolarmente visibile in Figura 5.8, parallela al movimento della nave di acquisizione geofisica.

Il modello riporta l'emissione di energia nelle due componenti ortogonali, la componente lungo la direzione parallela a quella del movimento della nave (Figura 5.9), e quella lungo la direzione perpendicolare all'asse della nave (Figura 5.10).

Osservando le figure seguenti è possibile notare come l'array di air-gun utilizzato emette onde di pressione sonora che si propagano con livelli di pressione più elevati in direzione verticale, mantenendosi in una fascia di 30° lungo la direzione perpendicolare al movimento della nave e di 60° lungo quella parallela. Questa direzionalità, voluta per concentrare la maggiore energia nelle basse frequenze, consente di contenere la dispersione di energia e quindi di limitare le interferenze con le componenti ambientali.

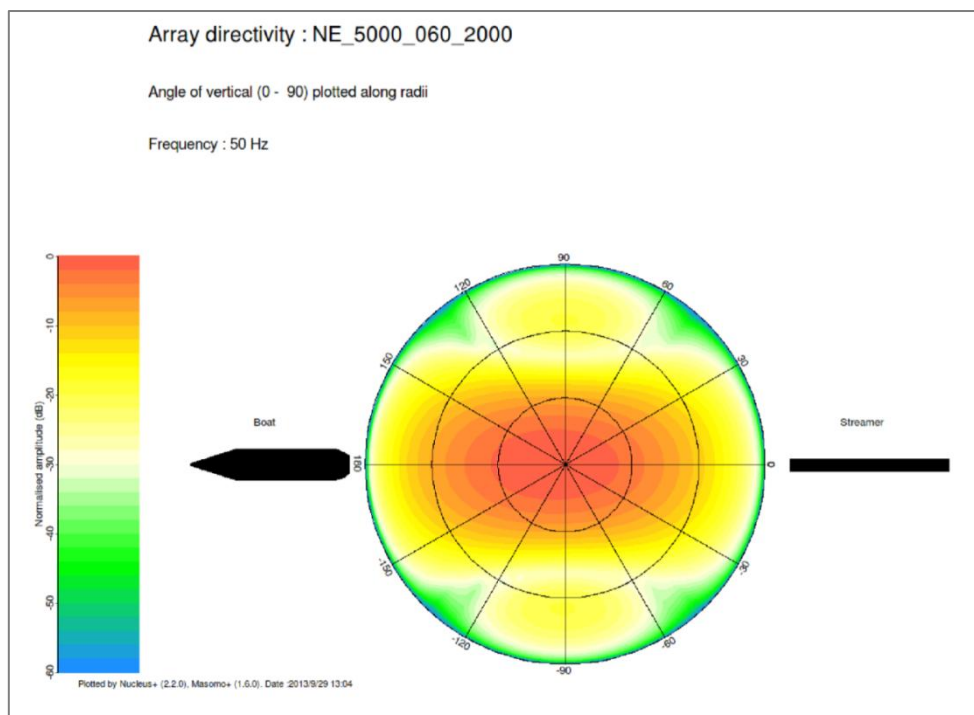


Figura 5.8 – Modello in pianta raffigurante l'emissione di energia in un raggio di 360° intorno ad un array di air-gun, secondo la configurazione NE_5000_060_2000. In nero è indicata la direzione di movimento della nave.

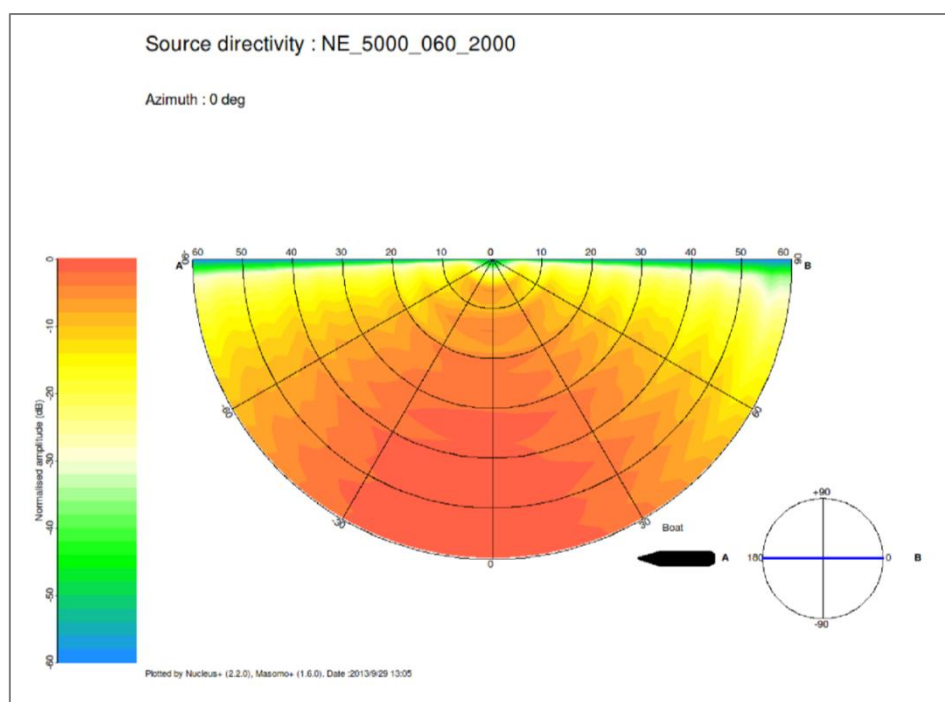


Figura 5.9 – Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione parallela al moto della nave geofisica, per un array di air-gun configurati secondo il modello NE_5000_060_2000 (in sezione).

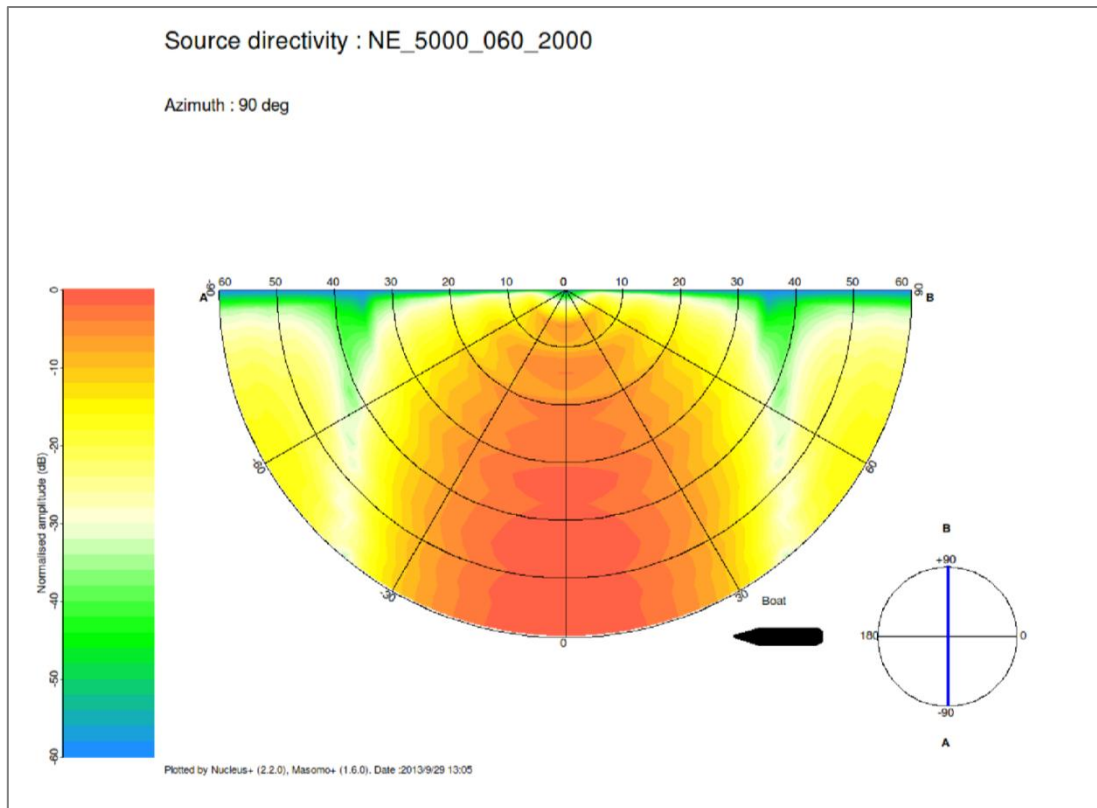


Figura 5.10 - Spettro di ampiezza normalizzata in dB lungo la direzione perpendicolare a quella della nave di acquisizione, per un array di air-gun configurati secondo il modello NE_5000_060_2000 (in sezione).

5.4.3.3 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Le interferenze causate dallo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica sul clima acustico dell'area sono causate del rumore prodotto dai motori dei mezzi utilizzati ma, soprattutto dalla sorgente di onde acustiche in fase di energizzazione, e si protrarranno in un lasso di tempo stimato di 73 giorni (comprendente una previsione di 21 giorni di fermo tecnico).

L'impatto potenziale coinvolgerà principalmente l'ambiente marino, in quanto le sorgenti di energia sono ubicate in acqua tra 6 e 9 metri di profondità, direzionate verso il basso. Come riportato in precedenza, i metodi di indagine basati sull'acquisizione geofisica si basano sui fenomeni di riflessione e rifrazione di onde elastiche che hanno un rapido decadimento spaziale, generate da una sorgente artificiale ad aria compressa direzionata verso il basso. Gli *array* di *air-gun* sono configurati in modo da proiettare la maggior parte dell'energia verticalmente in direzione del fondale marino, minimizzando l'emissione lungo la componente orizzontale e, di conseguenza, le interferenze con l'ambiente circostante. Uno studio di J. Caldwell & W. 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, vista la considerevole distanza dalla costa (oltre 24 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.

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.

Il rumore prodotto dai motori delle navi coinvolte rientra nel range del normale traffico marittimo che attraversa l'area oggetto di indagine, a cui vengono normalmente associati livelli di rumore compresi tra 180 e 190 dB re 1 μ Pa (Gisiner et al., 1998). 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.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'alterazione della componente ambientale clima acustico marino.

ALTERAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO MARINO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	1	1	2
Sensibilità	1	1	2
N. di individui interessati	1	1	2
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	2	2	2
Totale Impatto	7	7	10
Livello	Basso	Basso	Basso

La matrice evidenzia impatti di livello basso associati alle diverse azioni di progetto, 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 Biodiversità ed Ecosistemi

L'obiettivo di questa sezione dello studio è finalizzata all'analisi e alla stima degli eventuali impatti che l'attività in progetto potrebbe provocare su ecosistemi, flora e fauna.

Non vi sono evidenze in bibliografia circa eventuali impatti generati dal tipo di attività proposta sulla componente ambientale rappresentata dalla flora. L'area oggetto di indagine si trova in mare aperto su uno specchio d'acqua della profondità di 2-3000 metri, decisamente distante da praterie di *Posidonia Oceanica*.

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, a notevole distanza dall'area che verrà interessata dalle operazioni. Di conseguenza, si può ragionevolmente escludere qualsiasi interferenza generata dallo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica con la componente vegetazione.

Per quanto riguarda la fauna, invece, 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 24 miglia marine dalla costa, in zone di acque profonde. La maggior parte delle attrezzature impiegate per la prospezione (sorgente di energia e sensori) verrà posta ad una profondità compresa fra i 5 e i 35 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

Lo scopo del presente paragrafo è quello di valutare 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 determinare a 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 sismiche, rilevando una diminuzione della diversità di specie concomitante all'aumento del numero di prospezioni geofisiche (Evans et al., 1996; Parente et al. 2007).

I suoni di origine antropica possono avere intensità e frequenze tali da sovrapporsi ai suoni utilizzati normalmente dai cetacei, i quali, a seconda delle loro capacità uditive, vengono suddivisi in cetacei che percepiscono le basse, medie e alte frequenze.

Le prospezioni geofisiche sono incluse fra le attività antropiche a potenziale rischio acustico, in quanto responsabili dell'introduzione di rumore in ambiente marino. I cetacei che utilizzano per le loro comunicazioni suoni a bassa frequenza percepiscono maggiormente la propagazione dei suoni prodotti dagli *air-gun* (Figura 5.11) e potrebbero quindi essere la categoria più esposta a rischi (Lanfredi et al., 2009).

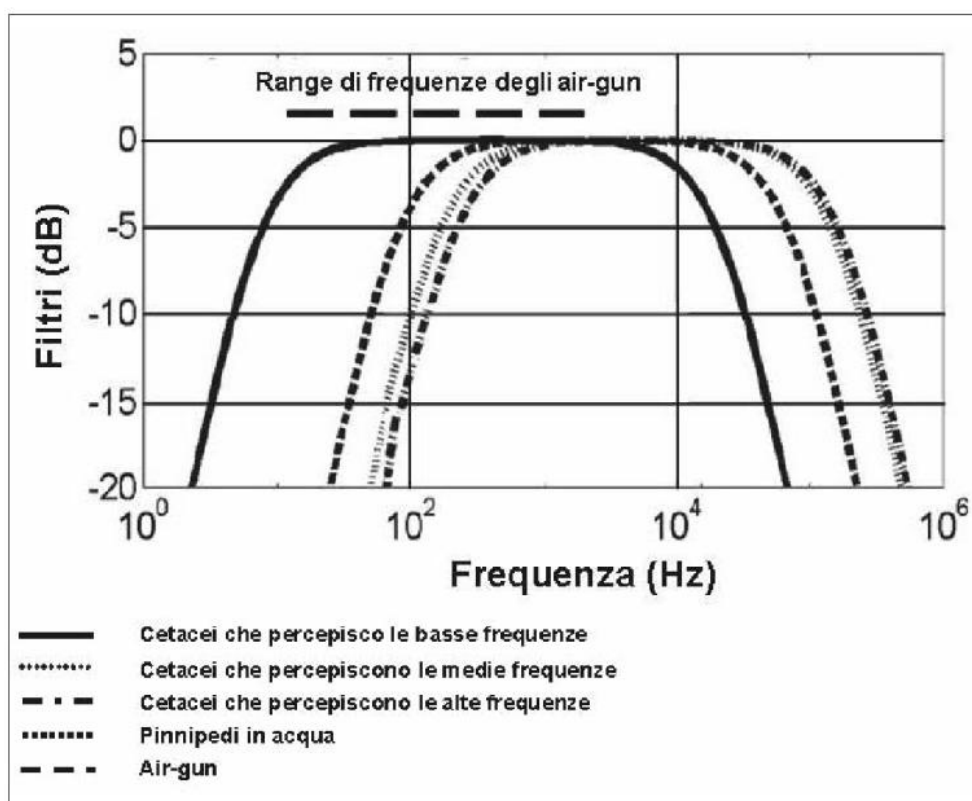


Figura 5.11 - Grafico riportante il range di frequenze percepite dai mammiferi marini, con indicazione delle frequenze prodotte dagli air-gun (fonte: Lanfredi et al., 2009)

Nella tabella seguente vengono 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).

Tabella 5.15 - Frequenze udibili dalle diverse categorie di mammiferi marini. Sono state sottolineate le specie indicate nella lista dei mammiferi segnalati come presenti lungo le coste del Mar di Sardegna (fonte: Sounthall et al, 2007)

Categoria	Range di frequenza (Hz)	Specie (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> , <i>Tursiops</i> , <i>Stenella</i> , <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> , <i>Globicephala</i> , <i>Orcacella</i> , <i>Physeter</i> , <i>Delphinapterus</i> , <i>Monodon</i> , <u><i>Ziphius</i></u> , <i>Berardius</i> , <i>Tasmacetus</i> , <i>Hyperoodon</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>
Pennipedi: percezione in ambiente acquoso	75 – 75.000	<i>Arctocephalus</i> , <i>Callorhinus</i> , <i>Zalophus</i> , <i>Eumetopias</i> , <i>Neophoca</i> , <i>Phocarcos</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>

Dalla Tabella 5.15, è possibile osservare come gli unici mammiferi che percepiscono le basse frequenze segnalati in bibliografia come presenti nell'area oggetto di studio siano la *Balaenoptera acutorostrata* e la *Balaenoptera physalus*.

Come è stato già riportato nel paragrafo 4.4.3, dal sito OBIS-SEAMAP sono stati ricavati i dati sulla presenza delle specie presenti in un'area più estesa rispetto a quella d'interesse, ed in cui essa è inclusa. I dati si riferiscono principalmente al periodo 2011-2014 (con solo 3 osservazioni appartenenti all'anno 2004).

Le specie ritrovate in quest'area sono 7: *Tursiops truncatus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus*, *Globicephala melas*, *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Balaenoptera physalus*; oltre a queste nel sito vengono riportati alcuni avvistamenti in cui non è stato possibile riconoscere la specie.

La specie più presente è stata *Stenella coeruleoalba*, con 103 osservazioni, seguita da *Balaenoptera physalus*, con 44, mentre nettamente minori sono gli avvistamenti delle altre specie.

Pertanto, si ritiene che la specie più sensibile tra quelle segnalate sia la *Balaenoptera physalus*, in quanto rientra nella categoria più esposta a rischi, ossia i mammiferi marini che utilizzano le basse frequenze, e perché risulta effettivamente avvistata e quindi potenzialmente presente nell'area oggetto di prospezione.

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.

Il *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 5.16).

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.

Tabella 5.16 - Limiti di esposizione proposti ed adottati dal National Marine Fishery Service per diverse categorie di mammiferi marini (fonte dei dati: Lanfredi *et al.*, 2009)

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

Il lavoro pubblicato da Southall *et al.* nel 2007 rappresenta il lavoro più recente e aggiornato in cui 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 seguente 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). Come si evince dalla Figura 5.12, 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

Figura 5.12 - 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 sismiche, 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, per il quale in passato è stato già correlato con spiaggiamenti di cetacei.

Sempre in questa review, viene riportato che nel 2003 il Congresso del USA ha finanziato la Marine Mammal Commission (MMC) per "Finanziare una conferenza internazionale, o una serie di conferenze, per condividere risultati, rilevare le minacce acustici su mammiferi marini, e sviluppare mezzi per ridurre tali rischi, pur mantenendo gli oceani utilizzabili come una strada globale del commercio internazionale".

La MMC ha riunito 28 rappresentanti comprese compagnie petrolifere, la U.S. Navy, organizzazioni ambientali non governative e la comunità scientifica, in 6 incontri durante il 2004-2005. Nonostante questi incontri, i rappresentanti non 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 μPa –s, successivamente, visti i risultati degli studi sui delfini ed i beluga, è stato portato a 195 dB re 1 μPa –s (Finneran et al., 2005).

Come è stato già riportato nel paragrafo specifico dedicato a questi organismi, dal sito OBIS-SEAMAP sono stati ricavati i dati sulla presenza delle specie presenti in un'area più estesa rispetto a quella d'interesse, ed in cui essa è inclusa. I dati si riferiscono principalmente al periodo 2011-2014 (con solo 3 osservazioni appartenenti all'anno 2004).

Le specie ritrovate in quest'area sono 7: *Tursiops truncatus*, *Physeter macrocephalus*, *Grampus griseus*, *Globicephala melas*, *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba*, *Balaenoptera physalus*; oltre a queste nel sito vengono riportati alcuni avvistamenti in cui non è stato possibile riconoscere la specie.

La specie più presente è stata *Stenella coeruleoalba*, con 103 osservazioni, seguita da *Balaenoptera physalus*, con 44, mentre nettamente minori sono gli avvistamenti delle altre specie.

Vista l'estensione dell'area presa in considerazione, il periodo temporale ed il numero di osservazioni, non sembrerebbe che la zona d'interesse sia intensamente frequentata dai mammiferi marini. Bisogna però ricordare che dai dati tratti dal sito OBIS-SEAMAP, non era chiaro quanti individui fossero presenti ad ogni osservazione, e di conseguenza è molto difficile avere una stima quantitativa degli organismi presenti.

Pochissimi sono i dati disponibili circa gli eventuali effetti che possono riscontrarsi a livello delle tartarughe marine. Diversi studi hanno evidenziato atteggiamenti di allarme o di fuga come reazione immediata agli impulsi sonori emessi dagli *air-gun* (McCauley et al. 2000; Lenhardt 2002), mentre i risultati di monitoraggi effettuati durante *survey* sismici hanno evidenziato risultati controversi. Ciò nonostante diversi autori riportano un numero maggiore di avvistamenti di tartarughe marine nei periodi in cui non sono previste attività sismiche (Weir, 2007; Hauser et al., 2008).

Per quanto riguarda i rettili marini il Mar di Sardegna, e la zona d'interesse, sembra ancor meno frequentato rispetto ai mammiferi, come mostrato dallo studio redatto dall'ISPRA "Strategia per l'Ambiente Marino, Bozza – Maggio 2012".

5.4.4.2 Benthos e Biocenosi

Nello studio di Christian et al. (2003) è stato 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.

Considerando che nell'area d'interesse le profondità raggiunte variano tra i 2000 ed i 3000 metri, e considerando lo studio sopracitato, si può ipotizzare che l'impatto dell'indagine geofisica sui popolamenti bentonici profondi sia trascurabile se non del tutto assente.

5.4.4.3 Plancton

Non si è a conoscenza di 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.

Dai dati tratti da Siokou-Frangou et al. (2011) relativi alla concentrazione del fitoplancton, per la zona d'interesse non vengono riportate elevate concentrazioni di questi organismi, per cui si può ritenere che l'impatto su questa componente biotica sia minimo.

5.4.4.4 Ittiofauna

Per quanto riguarda i pesci, viene mostrato che esiste una certa discordanza tra i dati in letteratura. Nella review di 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 μPa -s, mostravano che avevano le cellule uditive distrutte. Contrariamente, nello studio di 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 μPa -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 μPa -s.

Uno studio condotto dagli autori Santulli et al. nel 1999 e da Hassel et al nel 2003 rivolge le attenzioni alla fauna ittica dei pesci adulti, mette in reazione il comportamento animale 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 sismiche. Questo dato è parzialmente confermato dallo studio di 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 sono mortali fatto salvo per quegli esemplari affetti da patologie pregresse. Unici effetti apprezzabili sono un 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.

Con riferimento ad uno studio condotto da Dalen e collaboratori nel 1996 si afferma che l'influenza dell'energizzazione attraverso *air-gun* non provoca mortalità delle larve, uova o esemplari giovanili. Lo studio afferma che la mortalità di larve, uova o esemplari giovani è legata alla percentuale di mortalità rilevata in condizioni normali. Durante un esperimento condotto dai Payne et al. nel 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 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).

Nonostante i dati contrasti in letteratura, considerando le elevate profondità raggiunte nell'area oggetto d'indagine e che i danni fisiologici avvengono ad esposizioni ravvicinate, si può ragionevolmente supporre che l'eventuale effetto dell'*air-gun* sulle popolazioni di pesci pelagici, e soprattutto batiali, sia da considerarsi basso.

5.4.4.5 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Le interferenze causate dallo svolgimento della campagna di acquisizione geofisica sulla componente flora, fauna ed ecosistemi dell'area sono causate dal rumore prodotto dai motori dei mezzi utilizzati ma, soprattutto dalla sorgente di onde acustiche in fase di energizzazione, e si protrarranno in un lasso di tempo stimato di 73 giorni (comprendente una previsione di 21 giorni di fermo tecnico).

Non sono previste interazioni di natura chimica dovute, ad esempio, agli scarichi di reflui in mare 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 eventualmente presenti.

L'impatto potenziale coinvolgerà principalmente l'ambiente marino, in quanto le sorgenti di energia sono ubicate in acqua, tra 6 e 9 metri di profondità, direzionate verso il basso.

Gli *array* di *air-gun* sono configurati in modo da proiettare la maggior parte dell'energia verticalmente in direzione del fondale marino, minimizzando l'emissione lungo la componente orizzontale e, di conseguenza, le interferenze con l'ambiente circostante. Uno studio di J. Caldwell & W. 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.

Come già visto nel paragrafo relativo all'impatto sul clima acustico marino, il rumore prodotto di motori delle navi coinvolte rientra nel range del normale traffico marittimo che attraversa l'area oggetto di indagine, a cui vengono normalmente associati livelli di rumore compresi tra 180 e 190 dB re 1 μ Pa (Gisiner et al., 1998). Considerando inoltre che le aree interessate giornalmente dalle operazioni verranno interdette alla navigazione, limitando di conseguenza il traffico navale dell'area, si ritiene che l'impatto acustico generato dalla sola presenza dei mezzi impiegati per le operazioni non incida in modo significativo sull'area, risultando paragonabile a quello normalmente presente.

Per la compilazione della matrice sono state effettuate le seguenti considerazioni, relative alle varie azioni di progetto:

1. Azione di movimentazione mezzi

Durante il movimento della nave per posizionare la 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. In generale la fauna presente tende ad allontanarsi, salvo ritornare nell'area una volta che il disturbo creato dalla presenza della nave sia svanito. L'impatto temporaneo è da considerarsi assolutamente reversibile. Come per il resto del traffico marittimo esiste anche il rischio di collisione con mammiferi marini, ed in particolare il Capodoglio e la Balenottera comune. Infatti, l'esigenza di emergere per respirare e l'enorme mole di questi mammiferi marini, 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.

La nave di appoggio avrà lo scopo di accertare il corretto funzionamento dei cavi e il corretto stendimento degli stessi, oltre a supportare la nave per qualsiasi problema possa riscontrare. Come per il resto del traffico marittimo l'impatto sarà limitato al rumore dei motori e alla presenza della nave stessa.

Per quanto riguarda la componente plancton, è stato preso in esame la sola interferenza causata da un aumento della luminosità notturna, dovuta alla presenza di luci segnaletiche sui mezzi impiegati.

2. Azioni di stendimento e rimozione *streamers* ed *air-gun*

Nel dettaglio le attività connesse allo stendimento e rimozione dei cavi e degli *air-gun* prevedono l'utilizzo di una nave appositamente attrezzata a cui è connessa la fonte di energizzazione, il cui scopo è di 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 35 metri dalla superficie. Saranno possibili interazioni con la fauna ma comunque a impatto basso e limitate nel tempo. L'unico disturbo per la fauna 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 da una 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. Al fine di ridurre possibili intrappolamenti accidentali di tartarughe marine, verranno utilizzati dei dispositivi metallici da applicare alla struttura della boa di coda.

3. Azioni di energizzazione

Le attività di energizzazione necessarie ai fini della campagna geofisica inducono ad una perturbazione acustica temporanea.

La matrice attribuisce 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. A tutela dei mammiferi marini inoltre, verranno attuate opportune misure di mitigazione eventualmente presenti nelle vicinanze dell'area oggetto di indagine.

Sarà sempre presente almeno un incaricato specifico per all'avvistamento 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 e in caso, di sospendere le attività.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte e degli elementi interessati dai potenziali impatti derivanti dallo svolgimento dell'attività in progetto.

Le componenti analizzate si riferiscono ai potenziali ricettori di impatto, ossia mammiferi marini, tartarughe e ittiofauna, per quanto riguarda l'impatto di tipo acustico, mentre il plancton è stato analizzato per l'impatto derivante da un aumento dell'illuminazione notturna.

IMPATTI SU BIODIVERSITA' ED ECOSISTEMI												
Componenti di impatto	Azioni di progetto											
	Movimentazione mezzi				Stendimento/rimozione 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

La matrice evidenzia per le azioni di movimentazione mezzi ed energizzazione impatti di livello basso associati alle diverse azioni di progetto, corrispondenti ad impatti di lieve entità, i cui effetti sono estremamente limitati nel tempo, di piccola estensione ed entità, reversibili ed opportunamente mitigati.

L'unico impatto più elevato, di livello medio, è quello che potrebbe interessare le tartarughe marine circa la possibilità di intrappolamento nella boa di coda, posizionata alla fine del cavo sismico, e 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 (vedi capitolo 6.1.2).

Le eventuali interferenze tra le operazioni proposte e la fauna presente verranno attenuati osservando precisi protocolli nati per la tutela della fauna come, l'utilizzo di tecnologia *soft start*, la presenza a bordo della nave di un osservatore per i cetacei e i mammiferi marini per l'eventuale sospensione delle operazioni in caso di avvistamenti di questi animali marini.

5.4.5 Impatto sulla componente contesto socio-economico

L'occupazione dello specchio d'acqua è un fattore d'impatto a durata limitata ed al termine della campagna di indagine tutti i mezzi e la strumentazione utilizzata rientreranno in porto, rilasciando l'area alla propria naturalità.

La durata della campagna geofisica si aggira attorno ai 73 giorni, durante i quali l'area in istanza verrà occupata da mezzi navali e strumentazioni. L'impatto potenziale durante la fase di acquisizione è estremamente ridotto, dato che le attrezzature presentano modeste dimensioni, mentre l'impatto della nave sismica è assimilabile a quello del normale traffico marittimo di pescherecci e traghetti presenti nella nell'area.

5.4.5.1 Interferenza con il traffico marittimo

Come riportato nel paragrafo 4.6.5, l'area oggetto di istanza è comunemente attraversata da navi mercantili. La sola presenza della nave di acquisizione e di quella di supporto, di per sé non generano interferenze significative con la navigazione marittima. Ciò nonostante, in base alle norme di sicurezza sulla navigazione, durante le attività di prospezione geofisica sarà momentaneamente interdetta la navigazione lungo le rotte utilizzate dalla nave sismica, previa comunicazione alle Autorità marittime competenti. L'interferenza che si potrebbe generare con il traffico marittimo presente in quel tratto del Mar di Sardegna è comunque di carattere temporaneo e limitato alle rotte che verranno fornite giornalmente alle autorità competenti.

Considerando cautelativamente l'intera area oggetto di istanza, nel paragrafo 4.6.5 è stato possibile stimare un traffico settimanale di circa 73 navi per il trasporto di merci/passeggeri. Ciò presuppone la potenziale interferenza con una decina di imbarcazioni al giorno.

La navigazione in condizioni di sicurezza è garantita da opportuni regolamenti nel Codice della Navigazione. Le attività di prospezioni sismiche e le ricerche scientifiche in genere sono comunicati periodicamente con diversi sistemi dall'Istituto Idrografico della Marina e pubblicazione sul Fascicolo Avvisi ai Naviganti, con lo scopo di far conoscere agli utenti tutte le notizie, sia di carattere temporaneo che definitivo, riguardanti la sicurezza della navigazione. 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.

5.4.5.2 Interferenza con le attività di pesca

Quali siano le interferenze che possono avvenire durante le operazioni di rilievo geofisico legate alla diminuzione del pescato dell'attività di pesca è ancora argomento di discussione, con opinioni molto

controverse. Quanto riportato in questa sezione è il risultato di una ricerca approfondita nell'ambito della letteratura di settore, della documentazione tecnica relativa alle fasi progettuali, e dell'esperienza maturata su progetti simili.

Uno studio condotto in Australia tra il 1969-1999, afferma che la pesca a strascico potrebbe risentire negativamente dell'attività di rilievo geofisico condotta utilizzando l'*air-gun*, fino a 1-2 Km dall'imbarcazione, ma non necessariamente registrando ripercussioni negative sulla popolazione ittica. Gli studi condotti in Norvegia e sul Mar Adriatico rispettivamente da Slotte et al. 2004 e La Bella et al. 1996 non hanno rilevato effetti a breve termine sulla distribuzione orizzontale degli organismi ma bensì hanno evidenziato cambiamenti nella distribuzione verticale, con la tendenza a rimanere a profondità maggiori per alcune specie di pesci, ed una diminuzione nella densità di aggregazione all'interno dell'area soggetta a prospezione. Tuttavia, lo studio in Adriatico di La Bella et. al. 1996 non ha registrato differenze significative nel numero di catture prima e dopo il rilievo geofisico.

Ragionando quindi in termini cautelativi, ipotizzando un'interferenza sul numero dei pesci presenti nel raggio di 1-2 km 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.

Bisogna però considerare che la piccola pesca, la quale è rappresentata dalle imbarcazioni inferiori ai 12 metri che operano entro le 12 miglia dalla costa (D.M. 14-9-1999), rappresenta il segmento più importante in Sardegna e che la pesca a strascico, anche se è molto importante presentando un'incidenza pari a circa il 40% delle catture totali nel 2009, essa opera a livello della piattaforma continentale o a livello della scarpata a profondità tra gli 800 ed i 1000 metri. Inoltre, le specie di maggiore interesse commerciale che vengono indicate nella GSA 11 sono il gambero rosso, moscardino, nasello, triglia, aragosta e polpo; tra queste, la specie che raggiunge le profondità maggiori è il gambero rosso, in cui la concentrazione di individui maggiore viene trovata tra i 600-800 metri di profondità.

Tenendo presente che l'area oggetto d'indagine si trova a molte miglia di distanza dalla scarpata continentale, su un'area con acque profonde 2-3000 metri, e le considerazioni sopra fatte sugli effetti dell'*air-gun*, si può ritenere che l'impatto sulle attività di pesca sia da ritenersi trascurabile.

5.4.5.3 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

E' opportuno sottolineare che, al fine di arrecare il minor disturbo possibile alle attività ittiche è prevista la suddivisione dell'area indagata in zone che verranno analizzate di volta in volta in successione. Questa 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 sapere con anticipo quali saranno le rotte seguite quotidianamente dalla nave sismica. Sarà inoltre presente un rappresentante locale che si occuperà di mantenere i contatti con le autorità coinvolte.

Di seguito, applicando ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle 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

Dall'analisi della matrice si evince che l'interferenza che si potrebbe generare con il traffico marittimo e l'attività di pesca è di carattere temporaneo, limitato, reversibile e le misure preventive che verranno adottate permettono di rendere del tutto trascurabili i potenziali impatti su tali attività.

5.4.6 Impatto sulla componente Paesaggio

Il Codice dei Beni culturali e del paesaggio, definisce il paesaggio come il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni.

Nell'ambito della valutazione delle possibili interferenze sulla qualità del paesaggio, è opportuno valutare se l'attività proposta incida su uno o più dei seguenti elementi, considerati in termini di modifiche del paesaggio, quali:

- perdita di parti o dell'intero sistema paesaggistico;
- sostituzione del paesaggio preesistente con uno nuovo;
- nascondimento (mascheramento parziale o occultamento totale).

Per il tipo e la natura temporanea dell'attività in progetto, i principali fattori di perturbazione che potrebbero generare alterazioni del paesaggio sono rappresentati dall'occupazione dello specchio d'acqua da parte dei mezzi navali adibiti alle attività.

Per valutare l'impatto sulla componente della percezione del paesaggio causato dalla presenza della nave di rilievo geofisico ed analizzare la distanza entro la quale è visibile la nave dalla costa è opportuno richiamare qualche nozione sull'orizzonte visibile.

La distanza “d” dell'orizzonte per un osservatore vicino alla superficie terrestre, tenendo in considerazione l'effetto della rifrazione atmosferica, è data dalla seguente formula matematica:

$$d \approx 3.86 \sqrt{h}$$

Dove “h” è l'altezza sul livello del mare in metri e “d” risulta calcolato in chilometri. Pertanto, prendendo come esempio un osservatore in piedi sulla terraferma con altezza media degli occhi di 1.70 metri, l'orizzonte, e quindi la massima visibilità, è ad una distanza di 5.0 km mentre per un osservatore in piedi sulla terraferma con l'altezza degli occhi di 2 metri, l'orizzonte è a una distanza di 5.5 km.

Prendendo in considerazione una tipologia standard di nave sismica, tra le più grandi normalmente utilizzate, che emerge dalla superficie del mare di 7 metri, il calcolo per stimare la distanza dalla costa entro la quale si percepisce la nave è rappresentato dalla seguente formula, rappresentata graficamente in Figura 5.13:

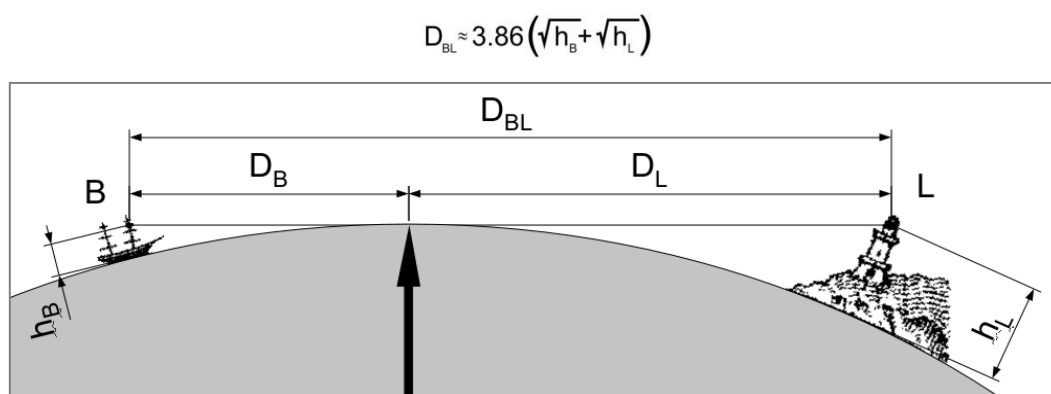


Figura 5.13 – Distanza geometrica dell'orizzonte

Pertanto, utilizzando la formula sopra citata e mettendoci nelle condizioni peggiorative di un osservatore con altezza media degli occhi di 2 metri, lungo la costa in condizioni di ottima visibilità è possibile percepire la nave che effettuerà il rilievo geofisico ad una distanza massima di 15,6 km.

La distanza minima dell'area in cui è prevista l'esecuzione del rilievo geofisico è di oltre 44 chilometri, pertanto è possibile escludere con ragionevole certezza che la presenza dei mezzi impiegati per l'acquisizione possa in qualche modo alterare lo skyline durante il periodo di acquisizione geofisica, in quanto dalla costa non sarà possibile percepire nulla.

L'unico momento in cui i mezzi potrebbero essere visibili dalla costa è rappresentato dalle 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 resteranno in mare aperto per tutta la durata del programma di acquisizione, soltanto per le navi di supporto sono previsti eventualmente qualche rientro nel porto prescelto per lo scarico dei rifiuti prodotti a bordo della nave sismica e/o per necessità operative.

Tuttavia, essendo limitato a qualche viaggio sporadico e trattandosi di un'imbarcazione in movimento, l'impatto visivo è minimo, del tutto assimilabile al normale transito di una nave di medesime dimensioni e limitato al breve periodo di percorrenza della fascia di visibilità.

5.4.6.1 Descrizione ed esposizione della matrice impiegata

Si ricorda che le operazioni verranno svolte indicativamente nel periodo autunno-invernale, ossia al di fuori del periodo di stagione turistica caratterizzato da maggior affluenza costiera ed 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.

Di seguito, in base ai criteri descritti nel paragrafo 5.3, si riporta la matrice quantitativa compilata sulla base delle considerazioni sopra esposte, riferita all'alterazione della qualità del paesaggio.

ALTERAZIONE DELLA QUALITA' DEL PAESAGGIO			
Componenti di impatto	Azioni di progetto		
	Movimentazione mezzi	Stendimento/rimozione streamers e air-gun	Energizzazione
Durata temporale	1	1	1
Scala Spaziale	2	1	1
Sensibilità	1	1	1
N. di individui interessati	1	1	1
Reversibilità	1	1	1
Mitigabilità	1	1	1
Totale Impatto	7	6	6
Livello	Basso	Trascurabile	Trascurabile

Dalla matrice si evince che, durante la fase dell'indagine geofisica condotta utilizzando come fonte di energizzazione l'*air-gun*, la presenza della nave sismica non produrrà interazioni in grado di alterare in modo significativo e/o danneggiare la percezione del paesaggio da parte di un osservatore lungo le coste limitrofe, se non in maniera del tutto trascurabile.

La matrice evidenzia un impatto di livello basso associato all'azione di movimentazione mezzi, corrispondente all'impatto visivo che si potrebbe generare durante gli sporadici rientri al porto delle navi di appoggio, ma i cui impatti risultano di lieve entità, con effetti estremamente limitati nel tempo, di piccola estensione, reversibili e mitigati dall'esiguo numero di mezzi impiegati.

5.4.7 Impatti cumulativi con altri piani e progetti

Nel presente paragrafo verranno analizzati gli eventuali impatti legati alla sovrapposizione o interferenza di più attività presenti nella stessa area.

Il permesso di prospezione, per cui il proponente ha presentato istanza, è un titolo minerario non esclusivo, per cui se verrà fatta richiesta da altri operatori e se le tempistiche lo rendessero possibile, potrebbe verificarsi un sovrapposizione temporale in cui si potrebbero avere più campagne di acquisizione contemporanee, con conseguenti effetti cumulativi.

Tra i potenziali effetti cumulativi, uno studio di Gordon et al. (1998) evidenzia come prospezioni geofisiche multiple sarebbero in grado di interrompere rotte migratorie e disturbare zone di alimentazione chiave dei cetacei.

In realtà, se si considera l'aspetto tecnico legato alla presenza di più navi per il rilievo geosismico in zone limitrofe, è opportuno sottolineare che le diverse energizzazioni creerebbero problemi alla propagazione del segnale acustico, generando delle interferenze tra i segnali (effetti di risonanza, amplificazione del rumore, etc.) e rendendo di fatto il rilievo non attendibile.

Con lo scopo di limitare e/o evitare qualsiasi impatto cumulativo che potrebbero subire le componenti ambientali, una volta ottenuta la titolarità del permesso di prospezione, rilasciato con decreto ministeriale, Schlumberger si impegna a prendere contatti con possibili altri operatori per redigere un cronoprogramma delle operazioni che escluda la simultaneità delle operazioni di ricerca.

Al momento della redazione di questo studio, nelle zone limitrofe all'area oggetto di istanza di prospezione o, più generalmente, nell'*offshore* della Sardegna, non vi è alcun titolo minerario o istanza, dovuto anche al fatto che l'area che verrà interessata dalle operazioni è di recente costituzione. Pertanto, al momento non si verificano i presupposti per la sovrapposizione di più attività di acquisizione sulla stessa area.

Ad ogni modo, prima dell'inizio dei lavori sarà cura del proponente 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.

Per quanto riguarda l'impatto cumulativo che potrebbe verificarsi con altri tipi di attività antropiche che generano rumore come, ad esempio, traffico navale, ricerca scientifica o 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*).

6 MITIGAZIONI

In questo capitolo verranno elencate una serie di operazioni atte alla mitigazione degli effetti prodotti durante la campagna di acquisizione geofisica.

L'attività come già descritto in precedenza, 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.

Attraverso una serie di procedure e linee guida, verranno adottate opportune misure di mitigazione per la tutela dei cetacei e delle tartarughe marine e per ridurre l'interferenza con le attività di pesca.

A tutela della fauna marina, 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 si concentra durante la stagione primaverile.

Si ricorda che non verranno effettuate operazioni all'interno delle aree protette, anche se, per completezza, quelle più vicine all'area oggetto di indagine sono state dettagliatamente descritte in questo studio.

Con l'aumento della sensibilità in termini ambientali, maturata negli anni, sono state sviluppate diverse linee guida o raccomandazioni sulle possibili misure di mitigazione da adottare nel corso delle attività di ricerca, sia a livello nazionale che internazionale.

I mammiferi marini rappresentano l'aspetto ambientale maggiormente sensibile alle operazioni di indagine geofisica e, al fine di ridurre al minimo tali interferenze, verranno seguite le direttive delle linee guida maggiormente riconosciute a livello internazionale e nazionale.

6.1.1 Mitigazioni che verranno attuate a tutela della fauna marina

Viste le caratteristiche e gli effetti della propagazione del rumore generato dalle sorgenti utilizzate, verranno attuati alcuni accorgimenti con lo scopo di mitigare le possibili interferenze con la fauna marina, ed in particolare con i cetacei, che rappresentano la specie più sensibile.

Innanzitutto a bordo della nave di acquisizione vi saranno diverse figure saranno incaricate della corretta attuazione delle misure mitigative da impiegare, nello specifico:

- L'*operations manager* sarà responsabile 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).
- Il *party manager* 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; 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 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 loro dipartimenti abbiano chiara la procedura da seguire.

- *Marine Mammal Observers* (MMO), e 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; eseguire le osservazioni per la tutela della fauna marina e fornire tempestiva comunicazione dell'ufficiale di guardia, *party manager* e *senior acquisition specialist* in caso di avvistamenti; fornire rapporti di osservazione alle autorità competenti, se richiesto.

In accordo con quanto stabilito dal *National Marine Fishery Service*, si può stabilire un raggio di tolleranza definito "Zona di Esclusione" (ZE) pari a 500 metri, distanza di sicurezza entro la quale si raggiunge il livello di esposizione massimo per i cetacei.

Stabilita quantitativamente una soglia di tolleranza, tuttavia, 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, 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 trovi in posizione per l'acquisizione geofisica;
- b. Gli MMO dovranno iniziare la guardia prima dell'attivazione della sorgente. Se saranno disponibili due osservatori MMO, dovranno coordinarsi per assicurare che il monitoraggio della fauna marina sia intrapreso durante tutte le ore del giorno e che un osservatore sia sempre disponibile;
- c. Verrà eseguito un monitoraggio visivo per un periodo di 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;
- d. 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 tutta la nave dal centro dell'*array* di *air-gun* per almeno un raggio di 500 metri;
- e. Il sistema di monitoraggio acustico passivo PAM (*Passive Acoustic Monitoring*) verrà utilizzato in combinazione con il controllo visivo, con il quale 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 alla quale 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 fauna marina all'interno di una zona di esclusione di 500 metri dal centro dell'*array*. Gli operatori potranno monitorare il sistema di vocalizzazioni dei Cetacei 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 alla 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 verifichi 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 l'operatore avviserà tempestivamente l'equipaggio della nave sismica che interromperà immediatamente l'energizzazione;
- b. 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 verranno riportati i seguenti dati: data e localizzazione dell'avvistamento, tipologia e metodi di utilizzo degli *air-gun* impiegati, numero e tipo di imbarcazioni impiegate, registrazione di utilizzo dell'*air-gun* (inclusi il numero di *soft start* e le osservazioni prima dell'inizio delle operazioni di rilievo), numero di mammiferi avvistati (dettagliando l'osservazione con l'utilizzo di schede standard) e note di ogni osservatore presente a bordo.

6.1.2 Mitigazioni atte ad evitare l'intrappolamento di tartarughe

Un'altra misura di mitigazione ambientale che verrà posta in essere riguarda le tartarughe marine, onde evitare l'intrappolamento accidentale nelle apparecchiature di rilievo geofisico. A questo scopo verranno utilizzati dei dispositivi metallici da applicare alla struttura della boa di coda (Figura 6.1, a destra) della nave sismica, recependo le direttive presentate nello studio "*Reducing the fatal entrapment of marine turtles in towed seismic survey equipment*" condotto dalla società inglese Ketos Ecology. Tale studio, pubblicato nel 2007, ha delineato il problema della mortalità accidentale di tartarughe marine in seguito all'incagliamento nelle boe di coda delle navi sismiche, 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).

L'attrezzatura geofisica in cui potrebbe incagliarsi la tartaruga marina, è rappresentata dalla boa di coda, un galleggiante fissato all'estremità di ogni cavo sismico (Figura 6.1, a sinistra), 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.



Figura 6.1 – A sinistra: esempio di boa di coda, fissata all'estremità del cavo sismico. A destra: dispositivo che esclude la possibilità di intrappolamento delle tartarughe marine (fonte: www.ketosecology.co.uk)

6.1.3 Mitigazione delle interferenze con le attività di pesca

La prospezione geofisica si configura come attività di cantiere temporaneo mobile, in quanto l'attrezzatura è montata su un'apposita nave che si sposterà all'interno dello specchio di mare di interesse per compiere le operazioni di rilievo geofisico.

Con lo scopo di ridurre al minimo gli impatti derivanti dall'attività di prospezione geofisica sull'attività ittica, verranno adottate diverse misure di mitigazione a tutela dell'attività di pesca nell'area.

Il primo provvedimento riguarda i contatti e gli accordi che verranno presi con i pescatori e le unità gestionali territoriali, nominando un rappresentante locale che si occuperà di informare circa l'attività che verrà svolta, il cronoprogramma delle operazioni e comunicare le rotte interessate.

La seconda misura di prevenzione, invece, si riferisce alle modalità operative di progettazione della campagna di acquisizione geofisica. Questa forma di mitigazione prevede la suddivisione dell'area d'indagine secondo una griglia composta da maglie, in cui la prospezione viene effettuata in maniera sistematica occupando un zona alla volta, coincidente ad una maglia della griglia. Questa 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 sismica. Infatti, il proponente fornirà un calendario settimanale delle operazioni che verranno svolte e delle zone interessate dall'attività proposta alle Capitanerie di Porto aventi giurisdizione sulla zona oggetto di indagine.

Inoltre, 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.

7 BIBLIOGRAFIA

- Arcangeli A., Marini L., Crosti R. – 2012. Changes in cetacean presence, relative abundance and distribution over 20 years along a trans-regional fixed line transect in the Central Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology Azov*, Y. – 1986. Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levant Basin (Mediterranean). *J. Plankton Res.*, 8: 41-53.
- Bache F. (2008) - Evolution Oligo Miocène des marges du micro ocean Liguro-Provençal, THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE SPECIALITE: GEOSCIENCES MARINES.
- 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 Sciara G. – 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater* n.14: 363-379
- Bearzi G., Reeves R.R., Notarbartolo di Sciara G., Politi E., Cañadas A., Frantzis A., Mussi B. – 2003. Ecology, status and conservation of Short-beaked Common Dolphins (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* n.33(34): 224-252
- Belcari P., Sartor P. – 1999. *Octopus vulgaris*. In: G. Relini, J. A. Bertrand and A. Zamboni (eds.) *Synthesis of the knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica)*. *Biol.Mar.Medit.* 6 (suppl.1): 757-766.
- Belcari P., Cuccu C., Gonzalez M., Srairi A., Vidoris P. 2002 – Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean sea. *Sci. Mar.* 66 (suppl. 2): 157-166.
- Berman, T., D.W. Townsend, S.Z. El-Sayed, C.C. Trees and Y. Azov. – 1984. Optical transparency, chlorophyll and primary productivity in the Eastern Mediterranean near the Israeli coast. *Oceanol. Acta*, 7: 367-372.
- Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D., Greve T.M.(Eds). - 2004. *European seagrass: an introduction to monitoring and management*. EU project *Monitoring and Management of European Seagrass Beds* (Publ.), pag. 88 ISBN : 87-89143-21-3.
- Boudouresque C.F., Bianconi C.H., Meinesz A. - 1990. Live *Posidonia oceanica* in a coraligenous algal bank at Sulana bay, Corsica. In: Doumenge F. (Ed.), *Rapport de la Commission Internationale pour l'Exportation Scientifique de la mer Méditerranée*, Perpignan, 32 : pag. 11.
- Broderick AC., Glen F., Godley BJ., Hays GC. – 2003. Variation in reproductive output of marine turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* n.288: 95-109
- 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.
- Caddy J. F. - 1993- Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.* 57, 121–130.
- Caffio F. (2007). *Glossario del Diritto del Mare*, III edizione. Suppl. *Rivista Marittima* n.5, Maggio 2007. *Rapporto Bonifiche Federambiente (2010)* a cura di: Michele Caiazzo, Consiglio Direttivo Federambiente Riccardo Viselli, Servizio Tecnico Federambiente, ottobre 2010.

- 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
- Casale P., Margaritoulis D. – 2010. Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities. IUCN, Gland, Switzerland.
- Casale P. – 2011. Sea turtle by-catch in the Mediterranean Fish and Fisheries n.12: 299-316
- Casale P., Affronte M., Insacco G., Freggi D., Vallini C., d'Astore PP., Basso R., Paolillo G., Abbate G., Argano R. – 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems n.20: 611-620
- 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., Freggi D., Basso R., Argano R. – 2005. Size at male maturity, sexing methods and adult sex ratio in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Italian waters investigated through tail measurements. Herpetological Journal n.15: 145-148.
- Casale P., Lazar B., Pont S., Tomas J., Zizzo N., Alegre F., Badillo J., Di Summa A., Freggi D., Lackovic G., et al. – 2006. Sex ratios of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the Mediterranean Sea. Marine Ecology-Progress Series n.324: 281-285.
- Casale P., Nicolosi P., Freggi D., Turchetto M., Argano R., 2003. Leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in Italy and in the Mediterranean basin. Herpetological Journal, 13: 135-139.
- Casale P., Palilla G., Salemi A., Napoli A., Prinzi M., Genco L., Bonaviri D., Mastrogiacomo A., Oliverio M., Lo Valvo M. – 2012. Exceptional sea turtle nest records in 2011 suggest an underestimated nesting potential in Sicily (Italy). Acta Herpetologica n.7: 181-188
- 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.
- Casula, G., Cherchi, A., Montadert, L., Murru, M., 2001. The cenozoic graben system of Sardinia (Italy): geodynamic evolution from new seismic and field data. Petrol. Geol., n°18, Marseille (France), p. 863-888.
- Cau A., Carbonell A., Follesa M. C., Mannini A., Norrito G., Orsi-Relini L., Politou C.-Y., Ragonese S., Rinelli P. – 2002. MEDITS-based information on the deep-waters shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristaeidae). Sci. Mar. 66, 103–124.
- Ceccaldi H.J., Latrouite D. – 2000. The French fisheries for the European spiny lobster *Palinurus elephas*. In: Spiny Lobster Fisheries and Culture. 2nd edition (B.F. Phillips, ed): 200-209. Fishing News Book, Blackwell Science.
- Centro Studi Cetacei, 2000. Tartarughe marine recuperate lungo le coste italiane. I. Rendiconto 1998 (Reptilia). Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano, 141 (I): 145-158.
- Centro Studi Cetacei, 2002. Tartarughe marine recuperate lungo le coste italiane. II. Rendiconto 1999 (Reptilia). Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano, 142 (II): 265-281.
- Centro Studi Cetacei, 2004. Tartarughe marine recuperate lungo le coste italiane. IV. Rendiconto 2001 (Reptilia). Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano, 145 (I): 171-216.

- Chessa, P. A., & Delitala, A. (1997). Il clima della Sardegna. Collana Note Tecniche di Agrometeorologia per la Sardegna. (Ed. A Milella) pp, 17-38.
- Cocozza, T., Jacobacci, A., Nardi, R., Salvatori, I., 1975. Schema stratigrafico-strutturale del massiccio sardo corso e minerogenesi della Sardegna. Mem. Soc. Geol. Italie, n°13, p. 85-186.
- 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.
- Cornée J.-J., Maillard A., Conesa G., Garcia F., Saint-Martin J.-P., Sage F. & Münch Ph. 2008. Onshore to *offshore* reconstruction of the Messinian erosion surface in western Sardinia, Italy: implications. Sed. Geol., n°210, p. 48-60.
- Danovaro, R., A. Dinet, G. Duineveld and A. Tselepidis. – 1999. Benthic response to particulate fluxes in different trophic environments: a comparison between the Gulf of Lions-Catalan Sea (western-Mediterranean) and the Cretan Sea (eastern Mediterranean). Prog. Oceanog., 44(1-3): 287-312.
- De Bovée, F., L.D. Guidi and J. Soyer. – 1990. Quantitative distribution of deep-sea meiobenthos in the northwestern Mediterranean (Gulf of Lions). Cont. Shelf Res., 10: 1123-1145.
- Desbruyères, D., A. Guille and J. Ramos. – 1972. Bionomie benthique du plateau continental de la côte Catalane Espagnole. Vie Milieu, 23: 335-363.
- Di Geronimo, I. – 1974. Molluschi bentonici in sedimenti recenti batiali e abissali dello Jonio. Conchiglie, 10: 133-172.
- Diaz D., Mari M., Albello P., Demestre M. – 2001. Settlement and juvenile habitat of the European spiny lobster *Palinurus elephas* (Crustacea: Decapoda: Palinuridae) in the Western Mediterranean Sea. Sci. Mar. 65: 347-356.
- 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.
- 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.
- Finetti, I. (2005) - CROP Project: Deep Seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy, Atlases Geosci., vol. 1, Elsevier, New York.
- 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.
- Follesa M.C., Locci I., Pesci P., Floris E., Cau A. – 2011. Capitolo 2.3.3 GSA11 – Mari di sardegna in: Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani, a cura di Cataudella e Spagnolo. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.
- Follesa M.C., Locci I., Pesci P., Floris E., Cau A. (2011). GSA 11 Mari di Sardegna, Cap. 2. In: Stato della Pesca e dell'Acquacoltura nei mari italiani a cura di Cataudella S. e Spagnolo M., – Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, 2011.
- Follesa M.C., Porcu C., Cabiddu S., Mulas A., Deiana A.M., Cau A. – 2011. Deep-water fish assemblages in the central-western Mediterranean (south Sardinian deep-waters). J. Appl. Ichthyol. 27 (2011), 129–135.
- Forcada, J., Notarbartolo di Sciara, G. and 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
- Goni R., Latrouite D. – 2005. Review of the biology, ecology and fisheries of *Palinurus* spp. species of European waters : *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) and *Palinurus mauritanicus* (Gravel, 1911). Cah. Biol. Mar. 46: 127-142.
- Gonzalez M., Sanchez P. – 2002. Cephalopods assemblages caught by trawling along the Iberian Peninsula Mediterranean coast. Sci. Mar. 66, (suppl. 2): 199-208.
- Guille, A. – 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. Les communautés de la macrofaune. Vie Milieu, 21: 149-280.
- Halpin P.N., Read A.J., Fujioka E., Best B.D., Donnelly B., Hazen L.J., Kot C., Urian K., LaBrecque E., Dimatteo A., Cleary J., Good C., Crowder L.B., Hyrenbach K.D. - 2009. OBIS-SEAMAP: The world data center for marine mammal, sea bird, and sea turtle distributions. Oceanography 22(2):104-115.
- Hays GC., Fossette S., Katselidis KA., Schofield G., Gravenor MB. – 2010. Breeding periodicity for male sea turtles, operational sex ratios, and implications in the face of climate change. Conservation Biology n.24: 1636-1643.
- Ilgaz Ç., Türkozan O., Özdemir A., Kaska Y., Stachowitsch M. – 2007. Population Decline of Loggerhead Turtles: Two Potential Scenarios for Fethiye Beach, Turkey. Biodiversity and Conservation n.16: 1027-1037
- Inada T. – 1981. Studies on the merlucciid fishes. Far Seas Fish. Res. Lab. Bull. 18: 1-172.
- ISPRA – 2012. Strategia per l’Ambiente Marino: Valutazione iniziale sottoregione Mediterraneo Occidentale. Specie Rettili Marini.
- ISPRA – 2012. Valutazione e mitigazione dell’impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani.
- ISPRA. Tutela delle Specie Migratrici e dei Processi Migratori. Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità.
- IUCN, 2010. IUCN Red list of threatened species. Version 2010.1. <<http://www.iucnredlist.org>>
- Jasny, M., Reynolds, J, Horowitz, C., Wetzler, A. (2005) - Sounding the depths II: the rising toll of sonar, shipping and industrial ocean noise on marine life. Natural Resources Defense Council, November 2005.
- Koppen, W., & Geiger, R. (1931). The Climates of the Earth. Verlag Justus Perthes, Gotha, Wall-Map, 150.
- La Pesca e La Biodiverità – Tratto dal Ministero dell’Ambiente.
- Lascarat, 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.
- Lascarat, A., Williams, R., & Tragou, E. (1993). A mixed layer study of the formation of Levantine intermediate water. Journal of Geophysical Research, 98, 739–749.
- 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., Turtkovic N., Kozul V., Tutman P., Glavic N., 2004. The presence of the green sea turtle, *Chelonia mydas*, in the Adriatic Sea. Herpetological Journal, 14: 143-147.
- 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.

- Malanotte-Rizzoli, P., & Hecht, A. (1988). Large scale properties of the Eastern Mediterranean: a review. *Oceanologica Acta*, 11, 323–335.
- 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.
- Marquez M.R., 1990. *FAO Species Catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, 11. Rome, FAO: 81.*
- Matarrese A., D’Onghia G., Tursi A., Maiorano P. – 1997. Vulnerability and resilience of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) and *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Crustacea, Decapoda) in the Ionean Sea. *S. It. E. Atti* 18: 535-538.
- Menna, M., & Poulain, P. M. (2010). Mediterranean intermediate circulation estimated from Argo data in 2003–2010. *Ocean Science*, 6(1).
- Millot C. (1999). Circulation in the Western Mediterranean sea. *J. Mar. Syst.* 20: 423-442.
- Millot, C., & Taupier-Letage, I. (2005). Circulation in the Mediterranean sea. In *The Mediterranean Sea* (pp. 29-66). Springer Berlin Heidelberg.
- Mingozzi T., Masciari G., Paolillo G., Pisani B., Russo M., Massolo A. – 2007. Discovery of a regular nesting area of loggerhead turtle *Caretta caretta* in southern Italy: a new perspective for national conservation. *Biodiversity and Conservation* n.16: 3519-3541
- Mizue e Yoshida, 1962
- Mo G. – 2010. Mammalia. *Biol. Mar. Mediterr.*, 17 (suppl.1): 675-676.
- Mo G. (2011) - Mediterranean Monk Seal (*Monachus monachus*) Sightings in Italy (1998-2010) and implications for conservation. *Aquatic Mammals*, 37(3):236-240. DOI 10.1578/AM.37.3.2011.236.
- Mo G., Agnesi S., Di Nora T., Tunesi L. - 2007. Mediterranean monk seal sightings in Italy through interviews: validating the information (1998-2006). *Comm. Int. Mer. Medit.*, 38: 542.
- Mura M., Cau A. – 1994. Community Structure of the Decapod Crustaceans in the Middle Bathyal Zone of the Sardinian Channel. *Crustaceana*, Vol. 67, No. 3 (Nov., 1994), pp. 259-266.
- Notarbartolo Di Sciara G., Demma M. - 1997. *Guida dei mammiferi marini nel Mediterraneo*. 2nd ed. Franco Muzzio Ed., Padova: 227.
- Notarbartolo di Sciara G., Zanardelli M., Jahoda M., Panigada S., Airoidi S. – 2003. The Fin whale *Balaenoptera physalus* (L. 1758) in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* n.33: 105-150.
- Orsi-Relini L., Papaconstantinou C., Jukic-Peladic S., Souplet A., Gil De Sola L., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M. – 2002. *Sci. Mar.* 66(suppl.2): 21-38.
- Ovchinnikov, I. M. (1984). The formation of Intermediate Water in the Mediterranean. *Oceanology*, 24, 168–173.
- 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
- Pérès, J.M. and J. Picard. – 1958. Recherches sur les peuplements benthiques de la Méditerranée Nord - Orientale. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris, 34: 213-281.
- Phillips, O. M. (1966). On turbulent convection currents and the circulation of the Red Sea. *Deep-Sea Research*, 13, 1149–1160.
- Pinna, M. (1978). *L'atmosfera e il clima*. Utet.

- Politou C., Kapiris K., Maiorano P., Capezzuto F., Dokos J. 2004. *Sci. Mar.* 68 (suppl. 3): 129-139.
- Psarra, S., A. Tselepides and L. Ignatiades. – 2000. Primary productivity in the oligotrophic Cretan Sea (NE Mediterranean): seasonal and interannual variability. *Prog. Oceanogr.*, 46: 187-204.
- Pulcini M., Pace D.S., La Manna G., Triossi F., Fortuna C.M. – 2012. Distribution and abundance estimates of bottlenose dolphins around Lampedusa Island (Sicily Channel, Italy): implications for their management. *Rapporto tecnico*.
- Reeves R., Notarbartolo di Sciara G. – 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga
- Ribotti, A., Puillat, I., Sorgente, R., & Natale, S. (2004). Mesoscale circulation in the surface layer off the southern and western Sardinia island in 2000–2002. *Chemistry and Ecology*, 20(5), 345-363.
- Salat, J., Font, J. (1987). Water mass structure near and *offshore* the Catalan coast during the winter of 1982 and 1983. *Annales Geophysicae* 5, 49–54.
- 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.
- Spagnesi M., Toso S. – 1999. Iconografia dei mammiferi d'Italia Ministero dell'Ambiente, Servizio Conservazione della Natura - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica A. Ghigi, Roma
- Tchukhtchin, V. D. – 1964. Quantitative data on benthos of the Tyrrhenean Sea. *Trudy Sevastopol Biological Station*, 17: 48-50.
- Tietjen, J.H. – 1992. Abundance and biomass of metazoan meiobenthos in the deep sea. In: G.T. Rowe and V. Pariente (eds.), *Deep-sea food chains and the global carbon cycle*, pp. 45-62. Kluwer Acad. Publishers.
- 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 biocenose de vase profonde. *Rapp. Comm. Int. mer Médit.*, 22(4): 119.
- Vincx, M., B.J. Bett, A. Dinet, T. Ferrero, A.J. Gooday, P.J.D. Lamshead, O. Pfannkuche, T. Soltwedel and A. Vanreusel. – 1994. Meiobenthos of the Deep Northeast Atlantic. *Adv. Mar.Biol.*, 30: 1-88.
- Weikert, H. and R. Koppelman. – 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.

SITI INTERNET

ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of the Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Area: www.accobams.org

ARPA Sardegna: www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota2/index.asp

Bird Life International: www.birdlife.org

Gruppo do Oceanografia Operativa di Oristano: www.seaforecast.cnr.it

Gruppo Nazionale di Oceanografia Operativa: gnoo.bo.ingv.it/mfs/myocean/bulletin.html?mode=analysis

Il clima: www.ilclima.org/clima-italia

International Maritime Organization: www.imo.org

ISPRA Idromare: www.idromare.it

IWC (International Whaling Commission): iwc.int/home

Lipu: www.lipu.it

Ministero dei Beni e delle Attività Culturali – SITAP: sitap.beniculturali.it

Ministero dello Sviluppo Economico: unmig.sviluppoeconomico.gov.it

Ministero per l’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: www.minambiente.it

Natura Italia: www.naturaitalia.it

Portale Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: www.minambiente.it

Portale Rete Natura 2000: natura2000.eea.europa.eu/#

Regione Sardegna: www.regione.sardegna.it

Reparto Ambientale Marino del Corpo delle Capitanerie di Porto (sito del Ministero dell’Ambiente): www.ram.minambiente.it/documents/Legislazione_nazionale.asp

Report WWF: awsassets.wwf.it/panda.org

Rete Mareografica Nazionale: www.mareografico.it

Sardegna Clima Onlus: www.sardegna-clima.it/index.php/dati-climatici/temperature

Sintesi della legislazione dell’UE: europa.eu/legislation_summaries/index_it.htm

Sito database ISIDE dell’INGV: iside.rm.ingv.it/iside

Sito del Ministero per i Beni Culturali, Direzione Generale Antichità, settore archeologia subacquea: www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea

Sito del Parco Nazionale dell’Asinara: www.parcoasinara.org/?modulo=home; www.asinaramarina.com

Sito dell’INGV, zonazione sismica: zonesismiche.mi.ingv.it

Sito della Guardia Costiera e Capitanerie di Porto: www.guardiacostiera.it/capitanerieonline/index.cfm?id=33

Sito della Marina Militare: www.marina.difesa.it

Sito della Protezione Civile: www.protezionecivile.gov.it

Sito della Regione Sardegna, settore Sardegnambiente: www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=124584&v=2&c=4806&idsito=18

Sito di Federambiente: www.federambiente.it

Soprintendenza per i Beni Archeologici per le province di Sassari e Nuoro: www.archeossnu.beniculturali.it

The Ramsar Convention on Wetlands: www.ramsar.org

United Nations Environment Programme – Mediterranean Action Plan: www.unepmap.org

United Nations Treaty Collection: treaties.un.org