



OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. Milano, Italia

Terminale FSRU TOSCANA – Aumento del Numero di Accosti per Servizio SSLNG

Studio di Impatto Ambientale

Doc. No. P0023983-1-H1 Rev. 0 - Aprile 2021

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	A. Cargioli F. Montani	L. Volpi	 M. Compagnino	Aprile 2021

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	4
LISTA DELLE FIGURE	6
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	8
1 INTRODUZIONE	9
2 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA	12
2.1 PRESENTAZIONE DEL PROPONENTE	12
2.2 STORICO AUTORIZZATIVO DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"	12
2.3 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA	15
2.4 CONTESTO E MOTIVAZIONI DELL'INIZIATIVA	16
2.4.1 Contesto Economico	16
2.4.2 Prospettive Commerciali	17
2.4.3 I criteri di regolazione per il servizio di SSLNG	18
2.4.4 Motivazioni dell'Iniziativa	18
2.5 TUTELE E VINCOLI PRESENTI NELL'AREA DI PROGETTO	19
3 DESCRIZIONE DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"	23
3.1 DESCRIZIONE GENERALE	23
3.2 COMPONENTI E SISTEMI PRINCIPALI DEL TERMINALE	25
3.2.1 Sistema di Ricevimento del GNL	25
3.2.2 Sistema di Stoccaggio e Rigassificazione	26
3.2.3 Impianto dell'Azoto per il Controllo dell'Indice di Wobbe	27
3.2.4 Sistema di Produzione di Energia	27
3.2.5 Sistema Acqua Mare	28
3.2.6 Sistema di Trasporto del Gas	29
3.3 MODALITA' OPERATIVE DEL TERMINALE	29
3.4 SERVIZIO SSLNG	30
3.5 MEZZI NAVALI A SERVIZIO DEL TERMINALE	33
3.5.1 Metaniere	33
3.5.2 Small Scale LNG Carriers (SSLNGC)	34
3.5.3 Rimorchiatori	34
3.5.4 Nave di Sorveglianza	35
3.6 AREE DI INTERDIZIONE E MONITORAGGIO	36
4 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL E SMALL SCALE	37
4.1 CONTESTO INTERNAZIONALE	37
4.2 SMALL SCALE IN EUROPA	39
4.3 IL QUADRO STRATEGICO NAZIONALE	39
5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO E INTERAZIONI CON L'AMBIENTE	42
5.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	42
5.1.1 Small Scale LNG Carriers (SSLNGC)	42
5.1.2 Studio DNV GL	42
5.2 DESCRIZIONE DELL'OPZIONE ZERO E APPLICAZIONE DELLE MTD	43
5.2.1 Opzione Zero	43
5.2.2 Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD)	44
5.3 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE	46
5.3.1 Emissioni in Atmosfera	48

5.3.2	Prelievi e Scarichi Idrici	49
5.3.3	Emissioni Sonore in Ambiente Marino	50
5.3.4	Traffici Marittimi	50
6	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)	51
6.1	DEFINIZIONE DELL'AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO (AREA VASTA)	51
6.1.1	Biodiversità	52
6.1.2	Acque e Sedimenti	52
6.1.3	Atmosfera: Aria e Clima	52
6.1.4	Rumore Subacqueo	52
6.1.5	Ecosistemi Antropici	52
6.2	BIODIVERSITÀ	53
6.2.1	Caratterizzazione Biocenotica	53
6.2.2	Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine	59
6.2.3	Fauna Ittica	67
6.3	ACQUE E SEDIMENTI	73
6.3.1	Acque Marine	73
6.3.2	Sedimenti Marini	86
6.4	ATMOSFERA: ARIA E CLIMA	91
6.4.1	Caratterizzazione Meteorologica Generale	91
6.4.2	Caratterizzazione Meteorologica	94
6.4.3	Caratterizzazione dello Stato di Qualità dell'Aria	102
6.5	RUMORE SUBACQUEO	109
6.5.1	Normativa e Linee Guida	109
6.5.2	Sorgenti di Rumore in Mare	109
6.5.3	Livelli di Rumore di Fondo	111
6.5.4	Monitoraggio dei Livelli di Rumore	112
6.6	ECOSISTEMI ANTROPICI	115
6.6.1	Traffici Marittimi	115
6.6.2	Popolamenti Ittici e Aree di Pesca	121
6.7	PROBABILE EVOLUZIONE DELL'AMBIENTE IN CASO DI MANCATA ATTUAZIONE DEL PROGETTO	122
7	DESCRIZIONE E STIMA DEI PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI	124
7.1	METODOLOGIA APPLICATA	124
7.1.1	Matrice Causa-Condizione-Effetto	124
7.1.2	Criteri per la Stima degli Impatti	126
7.1.3	Criteri per il Contenimento degli Impatti	129
7.2	BIODIVERSITÀ	130
7.2.1	Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale	130
7.2.2	Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	130
7.2.3	Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione	131
7.3	ACQUE E SEDIMENTI	132
7.3.1	Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale	132
7.3.2	Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	133
7.4	CLIMA	133
7.4.1	Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale	133
7.4.2	Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione	134
7.5	STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	135

7.5.1	Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale	135
7.5.2	Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	135
7.5.3	Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione	136
7.6	RUMORE SUBACQUEO	150
7.6.1	Interazioni tra Progetto e l'Agente Fisico	150
7.6.2	Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	150
7.6.3	Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione	151
7.7	ECOSISTEMI ANTROPICI	160
7.7.1	Interazioni tra il Progetto e e il Fattore Ambientale	160
7.7.2	Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	161
7.7.3	Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione	161
7.8	EFFETTI CUMULATIVI CON ALTRE INIZIATIVE PRESENTI NELL'AREA	162
8	VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI	163
8.1	GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI	163
8.1.1	Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali	163
8.1.2	Gestione dei Rischi	164
9	PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	166
	REFERENZE	168

Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:

separatore delle migliaia = virgola (,)

separatore decimale = punto (.)

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Elenco delle Aree Protette Marine e Terrestri più Vicine al Terminale	19
Tabella 3.1:	Caratteristiche Dimensionali del Terminale	23
Tabella 3.2:	Caratteristiche Emissive del Terminale	28
Tabella 3.3:	Caratteristiche del Punto di Scarico SF15/SF15b	29
Tabella 3.4:	Metaniere, Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NOx	33
Tabella 3.5:	SSLNGC, Caratteristiche Emissive	34
Tabella 3.6:	Rimorchiatori (Metaniere), Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NOx	35
Tabella 3.7:	Rimorchiatori (SSLNGC), Caratteristiche Emissive	35
Tabella 3.8:	Nave di Sorveglianza, Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NOx	36
Tabella 4.1:	Numero di Terminali LNG che offrono servizi Small Scale in Europa per Tipologia di Servizio (GIE, 2020)	39
Tabella 5.1:	Confronto con le Best Available Techniques Applicabili	44
Tabella 5.2:	Identificazione delle Interazioni con l'Ambiente dovute al Progetto	46
Tabella 5.3:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive Unità SSLNGC	48
Tabella 5.4:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore	49
Tabella 5.5:	SSLNGC, Emissioni Annue di NOx, Stato Futuro	49
Tabella 5.6:	Rimorchiatori (SSLNGC), Stato Futuro	49
Tabella 5.7:	Caratteristiche del Rumore Emesso da Diversi Tipi di Imbarcazioni (Simmonds et al., 2004)	50
Tabella 6.1:	Coordinate Teoriche (WGS 84) dei Punti di Campionamento	55
Tabella 6.2:	Bioaccumulo; Siti e Date di Monitoraggio	58
Tabella 6.3:	Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti campionati durante la Campagna di Bianco (E-12) e nelle successive Campagne Estive (da E-14 a E-19)	87
Tabella 6.4:	Campagna Estate 2019: Concentrazione dei Metalli	88
Tabella 6.5:	Concentrazione dei Contaminanti Organici nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2019 [mg/kg]	89
Tabella 6.6:	Concentrazione dei Composti Cloro derivati nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2019	90
Tabella 6.7:	Risultati delle Analisi Microbiologiche condotte nei Sedimenti nella Stagione Estiva 2019 [MPN/g]	90
Tabella 6.8:	Risultati Complessivi dei Test Ecotossicologici Condotti dalla Campagna Ante Operam all'Estate 2017. A = tossicità Assente; B = tossicità Bassa; M = tossicità Media.	91
Tabella 6.9:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2014 (OLT, 2018)	98
Tabella 6.10:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2015 (OLT, 2018)	99
Tabella 6.11:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2016 (OLT, 2018)	99
Tabella 6.12:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2017 (OLT, 2018)	100
Tabella 6.13:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2018 (OLT, 2020)	100
Tabella 6.14:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza. Anno 2019 (OLT, 2020)	101
Tabella 6.15:	Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza. Anno 2020 (OLT, 2020)	102
Tabella 6.16:	Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155	103
Tabella 6.17:	Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine	104
Tabella 6.18:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Anno 2019 – Concentrazioni di NO ₂	106

Tabella 6.19:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di NO ₂	106
Tabella 6.20:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Anno 2019 – Concentrazioni di PM ₁₀	107
Tabella 6.21:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di PM ₁₀	108
Tabella 6.22:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – No. Superamenti Media Giornaliera di 50 µg/m ³ di PM ₁₀	108
Tabella 6.23:	Stazione di Lu-Viareggio e LI-Cappiello 2019 – Concentrazioni di PM _{2.5}	108
Tabella 6.24:	Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di PM _{2.5}	109
Tabella 6.25:	Riepilogo dei Livelli Calcolati alla Sorgente delle Emissioni Acustiche del Terminale	113
Tabella 6.26:	Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2018-2019)	116
Tabella 7.1:	Classificazione della Sensitività di una Risorsa/Ricettore	127
Tabella 7.2:	Criteri di Valutazione della Magnitudo degli Impatti	127
Tabella 7.3:	Classificazione della Magnitudo di un Impatto	129
Tabella 7.4:	Valutazione della Significatività di un Impatto	129
Tabella 7.5:	Biodiversità, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	130
Tabella 7.6:	Biodiversità, Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori	131
Tabella 7.7:	Acque e Sedimenti, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	133
Tabella 7.8:	Stima delle Emissioni di CO ₂ Prodotte dagli ulteriori Mezzi Navali	134
Tabella 7.8:	Stato della Qualità dell'Aria, Potenziale Incidenza dei Fattori Causali di Impatto	135
Tabella 7.9:	Potenziali Recettori Antropici e Naturali nell'Area Vasta	136
Tabella 7.10:	Direzione e Velocità del Vento (Anno 2020)	138
Tabella 7.11:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Terminale	140
Tabella 7.12:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive delle Navi Metaniere "New Panamax"	140
Tabella 7.13:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto delle Navi Metaniere "New Panamax"	140
Tabella 7.14:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive dei Rimorchiatori per Metaniere "New Panamax"	141
Tabella 7.15:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto dei Rimorchiatori per Metaniere	141
Tabella 7.16:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza	141
Tabella 7.17:	Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza	141
Tabella 7.18:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive unità SSLNGC	142
Tabella 7.19:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto delle unità SSLNGC	142
Tabella 7.20:	Caratteristiche Tecniche ed Emissive Rimorchiatore per SSLNGC	142
Tabella 7.21:	Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto Rimorchiatore per SSLNGC	142
Tabella 7.22:	Limiti Normativi (D.Lgs. 155/2010)	144
Tabella 7.23:	Emissioni Annuali NO _x – Stato Attuale e Stato Futuro	149
Tabella 7.24:	Rumore Subacqueo, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	150
Tabella 7.25:	Potenziale Impatto del Rumore in Ambiente Marino (Jasny et al., 2005 in ISPRA, 2012)	153
Tabella 7.26:	Capacità Uditive Funzionali dei Cetacei (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)	154
Tabella 7.27:	Valori Soglia per Cetacei per Rumori non Impulsivi – Tipologia di Rumore in Grado di Causare le Prime Risposte Significative (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)	155
Tabella 7.28:	Valori Soglia per Cetacei – Tipologia di Rumore in Grado di Causare Perdita Permanente (PTS) e Temporanea (TTS) di Sensibilità Uditiva (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)	155
Tabella 7.29:	Ecosistemi Antropici, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto	161

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Assetto Societario di OLT	12
Figura 2.2:	Ubicazione del Terminale “FSRU Toscana”	15
Figura 2.3:	Aree Naturali Protette	20
Figura 2.4:	Rete Natura 2000	21
Figura 2.5:	Important Bird and Biodiversity Areas	22
Figura 3.1:	Terminale “FSRU Toscana”	23
Figura 3.2:	Layout del Terminale “FSRU Toscana”	24
Figura 3.3:	Ormeggio di una Nave Metaniera al Terminale	24
Figura 3.4:	Schema dei Flussi di Processo del Terminale	25
Figura 3.5:	Schema del Sistema di Vaporizzazione	27
Figura 3.6:	FSRU dopo modifiche SSLNGC	31
Figura 3.7:	Layout del Sistema di Ormeggio per SSLNGC	31
Figura 3.8:	Schema di Processo del Sistema di Trasferimento GNL dalla FSRU alle SSLNGC	32
Figura 3.9:	Schema di Processo del Sistema di Trasferimento dalle SSLNGC alla FSRU	32
Figura 4.1:	Schema di Filiera	38
Figura 5.1:	Pioneer Knutsen	42
Figura 5.2:	Coral Methane	42
Figura 6.1:	Habitat dei Fondali Marini (EMODnet - EUSeaMap 2019)	54
Figura 6.2:	Disposizione dei Punti di Campionamento	55
Figura 6.3:	Ubicazione dei Punti di Monitoraggio lungo il fianco del Terminale	57
Figura 6.4:	Dettaglio delle Gabbie	58
Figura 6.5:	Santuario dei Cetacei (www.sanctuaire-pelagos.org)	60
Figura 6.6:	Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie nell’Anno 2019 (ARPAT, 2020)	61
Figura 6.7:	Distribuzione Geografica degli Spiaggiamenti per Specie nell’Anno 2019 (ARPAT, 2020)	62
Figura 6.8:	Distribuzione Geografica degli Avvistamenti di Tartarughe Marine nell’Anno 2019 (in verde <i>C. mydas</i>) (ARPAT, 2020)	63
Figura 6.9:	Area di Monitoraggio Cetacei	64
Figura 6.10:	Avvistamenti di cetacei Antecedenti la Fase di Bianco (Tt: <i>Tursiops truncatus</i> , ST: <i>Stenella coeruleoalba</i> , Ba: <i>Balaenoptera Physalups</i>)	64
Figura 6.11:	Avvistamenti nella Campagna di Bianco E12	65
Figura 6.12:	Avvistamenti 3° Anno (A15-I16-P16-E16)	65
Figura 6.13:	Avvistamenti 4° Anno (A16-I17-P17-E17)	66
Figura 6.14:	Avvistamenti 5° Anno (A17-I18-P18-E18)	66
Figura 6.15:	Avvistamenti 6° Anno (A18-I19-P19-E19)	67
Figura 6.16:	Distribuzione Geografica degli Avvistamenti e Catture delle diverse Specie di Pesci Cartilaginei in Toscana – 2019 (ARPAT, 2020)	69
Figura 6.17:	Rete a Strascico: Composizione Percentuale delle Catture, espressa come N. Individui/km2 e kg/km2, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni S1-S4 e SC Inverno 2019 (sopra) e Estate 2019 (sotto)	70
Figura 6.18:	Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Catture, espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC Inverno 2019 e Estate del 2019	72
Figura 6.19:	Confronto tra i Dati di Temperatura del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	74
Figura 6.20:	Confronto tra i Dati di Salinità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	75
Figura 6.21:	Confronto tra i Dati di pH del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	77
Figura 6.22:	Confronto tra i Dati di Torbidità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	78

Figura 6.23:	Confronto tra i Dati di Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%) del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	79
Figura 6.24:	Confronto tra i Dati di Clorofilla a del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019	80
Figura 6.25:	Confronto tra i Dati di Potenziale Redox (ORP) e delle Campagne Estive 2014-2019	81
Figura 6.26:	Variazione della Profondità (m) della Zona Eufotica (Zeu) nelle Due Stazioni Rappresentative, per Tutte le Campagne Effettuate	82
Figura 6.27:	Andamenti Temporali delle Concentrazioni della chl-a Medie, per Campagna relative alle 4 Stazioni (MG6, MG7, MG12, MG13) più vicine al Terminale (100m) e alla Stazione a 2000 m (MG10); a) Strato 0-12.5 m; b) 50-70 m	83
Figura 6.28:	Variazione Stagionale delle Densità Cellulari Medie Totali per Campagna e dei Diversi Gruppi Fitoplanctonici	84
Figura 6.29:	Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti (Ghiaia- Sabbia, Silt, Argilla) Campionati durante la Campagna di Bianco (E12) e nelle Successive Campagne Estive (da E-14 a E-19)	87
Figura 6.30:	Serie temporali relative alle concentrazioni medie globali di CO ₂ (a sinistra), di CH ₄ (al centro) e di N ₂ O (a destra) (WMO, 2020)	92
Figura 6.31:	Andamenti delle medie quinquennali relative alle anomalie della temperatura su scala continentale – fonte dati NOAA (WMO, 2020).	93
Figura 6.32:	Andamenti delle anomalie della temperatura media globale e di quella in Italia, sito web dell'ISPRA SINANET – SCIA (sezione Prodotti climatici nazionali) (WMO, 2020)	93
Figura 6.33:	Rosa dei Venti, Anni 2014 – 2020 (OLT)	96
Figura 6.34:	Circolazione delle Correnti Superficiali e Intermedie (MiPaaf, 2011)	97
Figura 6.35:	Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Regione Toscana	105
Figura 6.36:	Curve di Wenz che descrivono i livelli di densità spettrale della pressione del suono ambientale marino dalle condizioni del tempo, vento, attività geologiche e navigazione commerciale (NRC 2003, adottato da Wenz 1962)	110
Figura 6.37:	Mappa della Densità del Traffico Marino nel corso del 2019 (sito web: http://www.marinetraffic.com/)	111
Figura 6.38:	Posizione delle Stazioni di Campionamento Acustico	112
Figura 6.39:	Confronto fra i Livelli PSDf in terze d'Ottava del Bianco (B), i Valori Minimi, Medi e Massimi calcolati tra le Campagne P13 ed E19 (escluse A15 ed E18) nella Stazione E100	114
Figura 6.40:	Rappresentazione delle Rotte per l'Attività di Pesca	117
Figura 6.41:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 0 (Attività di Pesca Esclusa)	117
Figura 6.42:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 1 (Attività di Pesca Esclusa)	118
Figura 6.43:	Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione (Attività di Pesca Esclusa)	118
Figura 6.44:	Identificazione Corridoi di Traffico Marittimo (GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione)	120
Figura 6.45:	GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs)	121
Figura 7.1:	Matrice Causa-Condizione-Effetto	125
Figura 7.1:	Dominio di Calcolo per CALMET e CALPUFF	137
Figura 7.2:	Rosa dei Venti da Modello WRF (Anno 2020)	139
Figura 7.3:	Assetto Autorizzato (Attuale) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOX Media Annua	145
Figura 7.4:	Assetto Autorizzato (Attuale) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOX Massimo Orario (99.8° Percentile)	146
Figura 7.5:	Assetto di Progetto (Futuro) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOX Media Annua	147
Figura 7.6:	Assetto di Progetto (Futuro) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOX Massimo Orario (99.8° Percentile)	148
Figura 7.7:	Frequenze del Rumore Antropogenico e Sensibilità di Pesci e Mammiferi (UNEP-CBD, 2012, da Slakkeborn, 2010)	159

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

AIA	<i>Autorizzazione Integrata Ambientale</i>
APAT	<i>Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici</i>
ARPAT	<i>Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana</i>
BAT	<i>Best Available Techniques</i>
BOG	<i>Boil Off Gas</i>
CTS	<i>Custody Transfer System</i>
DAFI	<i>Deployment of Alternative Fuels Infrastructure</i>
ESD	<i>Emergency Shutdown</i>
FSRU	<i>Floating Storage Regasification Unit</i>
GFCM	<i>General Fisheries Commission for the Mediterranean Resolution</i>
GIE	<i>Gas Infrastructure Europe</i>
GNC	<i>Gas Naturale Compresso</i>
GNL	<i>Gas Naturale Liquefatto</i>
GSA	<i>Geographical Sub-Areas</i>
GT	<i>Gross Tonnage</i>
HP	<i>High Pressure</i>
ICRAM	<i>Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
ISPRA	<i>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</i>
LD	<i>Low Duty</i>
MATTM	<i>Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare</i>
MGO	<i>Marine Gas Oil</i>
MIT	<i>Ministero dei Trasporti</i>
MISE	<i>Ministero dello Sviluppo Economico</i>
MTD	<i>Migliori Tecnologie Disponibili</i>
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Units</i>
OCIMF	<i>Oil Companies International Marine Forum</i>
OLT	<i>OLT Offshore LNG Toscana S.p.A.</i>
ORP	<i>Oxidation Reduction Potential</i>
PMC	<i>Piano di Monitoraggio e Controllo</i>
PMS	<i>Position Monitoring System</i>
RNG	<i>Rete Nazionale Gasdotti</i>
SSLNGC	<i>Small Scale LNG carrier: piccole metaniere per il trasporto di GNL</i>

1 INTRODUZIONE

Il Terminale di rigassificazione “FSRU Toscana” della Società OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (di seguito OLT), costituisce una delle principali infrastrutture nazionali per l’importazione del GNL, contribuendo alla diversificazione ed alla sicurezza delle fonti di approvvigionamento del sistema energetico italiano.

Il Terminale è stato realizzato tramite la conversione a FSRU (*Floating Storage Regasification Unit*) della nave metaniera “Golar Frost”, effettuata presso i cantieri navali “Dry Docks Word” di Dubai, ed è arrivato presso il sito individuato per il suo ancoraggio, situato a circa 12 miglia nautiche dalla costa Toscana, il 30 Luglio 2013.

A bordo del Terminale, il gas naturale liquefatto, approvvigionato da navi metaniere, viene stoccato nelle cisterne, rigassificato e quindi inviato a terra tramite una condotta sottomarina che giunge al punto di approdo situato sulla riva del Canale Scolmatore, per poi collegarsi alla Rete Nazionale Gasdotti nel territorio comunale di Collesalveti, in Provincia di Livorno.

A regime, il Terminale si caratterizza per una capacità massima di rigassificazione di 3.75 miliardi di Sm³ annui, una capacità massima di rigassificazione di 15 milioni di Sm³ al giorno ed una capacità nominale di stoccaggio di 137,100 metri cubi di GNL.

Nel 2015 uno Studio di Fattibilità, co-finanziato dal Programma EU TEN-T denominato “*Sea Terminals Project*”, svolto in cooperazione con la Fondazione Valenciaport e l’Autorità Portuale di Livorno, sotto la supervisione del Ministero dei Trasporti (MIT), ha valutato e confermato l’idoneità del Terminale “FSRU Toscana”, attraverso l’introduzione di minime modifiche progettuali, alla fornitura di servizi SSLNG, ossia alla distribuzione di GNL tramite metaniere di piccola taglia verso i maggiori porti del Mar Tirreno.

Il Quadro Strategico Nazionale sull’uso dei combustibili alternativi, approvato con D.Lgs 257/2016 in recepimento della Direttiva DAFI (Directive on Alternative Fuels Infrastructure), ha ulteriormente rafforzato le potenzialità del Terminale nell’ambito della distribuzione di GNL, citandolo come una delle possibili fonti di rifornimento per i maggiori porti del Tirreno Settentrionale, ossia Genova, Livorno e La Spezia.

Inoltre, il Piano Nazionale per l’Energia e il Clima (PNIEC), presentato dal Governo italiano alla Commissione Europea alla fine del 2019, come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell’Unione dell’energia, ribadisce il ruolo essenziale del GNL nella transizione energetica; il GNL, infatti, risulta essere un combustibile alternativo chiave per garantire la sicurezza e la diversificazione degli approvvigionamenti energetici. Nel Piano vengono sottolineate le performance ambientali del GNL ed i suoi possibili utilizzi per il trasporto marittimo e terrestre.

In questo contesto ed a seguito dei risultati positivi dello Studio di Fattibilità già realizzato, OLT ha intrapreso un percorso di verifiche per offrire, oltre al servizio di rigassificazione, anche un servizio Small Scale LNG (SSLNG) attraverso l’introduzione di alcune modifiche impiantistiche e funzionali al Terminale incrementandone la flessibilità e la capacità di distribuzione.

A valle di tali verifiche, tradottesi nella realizzazione di Studi che hanno preso in esame gli aspetti logistici, ambientali, di sicurezza e di sicurezza della navigazione, OLT ha presentato istanza al Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) in data 7 Marzo 2019 Prot. No. 0084, acquisita in data 13 Marzo 2019 con Prot. No. 5726, e perfezionata in data 9 Aprile 2019 per la realizzazione delle modifiche impiantistiche finalizzate allo scarico di GNL su navi metaniere di piccola taglia (servizio di Small Scale), e riguardanti nello specifico:

- ✓ la definizione del sistema di ormeggio per consentire l’accosto in sicurezza delle *Small Scale LNG Carriers* (SSLNGC) adibite alla distribuzione via mare del GNL;
- ✓ la realizzazione di un sistema di trasferimento GNL dal Terminale alle SSLNGC.

Tale progetto prevede in particolare, in aggiunta alle attività svolte dal Terminale, l’implementazione del servizio di SSLNG per la distribuzione del GNL come combustibile, tramite la scarica di metaniere di piccola-media taglia (SSLNGC).

Con Nota Prot. 8866 del 19 Aprile 2019, il MISE ha attivato la relativa procedura di autorizzazione (Procedimento Unico) ai sensi dell’art. 10, commi 1 e 2 del D. Lgs. No. 257/2016. All’interno del Procedimento Unico del MISE, sono stati acquisiti i seguenti pareri e autorizzazioni:

- ✓ Esclusione dalla VIA, emessa con Provvedimento Prot. No. 229 del 27 Luglio 2020;
- ✓ Modifica non sostanziale AIA, conclusasi positivamente con Nota Prot. No. 81410 del 13 Ottobre 2020;
- ✓ Autorizzazione emessa dalla Capitaneria di Porto per gli aspetti relativi alla sicurezza della navigazione con nota Prot. No. 28452 del 2 Luglio 2019;

- ✓ Dichiarazione di non aggravio del preesistente livello di rischio, acquisita dal CTR con Nota Prot. No. 11767 del 15 Maggio 2019;
- ✓ Parere positivo per quanto riguarda gli aspetti doganali, espresso dall'Agenzia delle Dogane con Nota Prot. No. 69577 del 3 Luglio 2019;
- ✓ Intesa della Regione Toscana espressa con Delibera Prot. No. 896 dell'8 Luglio 2019.

La Conferenza dei servizi conclusiva si è svolta il 9 Settembre 2020 e si è conclusa con parere favorevole; l'8 Ottobre 2020 il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e d'Intesa con la Regione Toscana, ha emesso il Decreto che autorizza OLT a realizzare le modifiche al Terminale che si rendono necessarie per poter offrire il servizio di SSLNG.

Parallelamente al completamento del percorso autorizzativo sopradescritto, con la Deliberazione No. 168/2019/R/gas, l'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ha definito i criteri di regolazione delle condizioni di accesso ed erogazione dei servizi di SSLNG, per le infrastrutture (terminali di rigassificazione o depositi di stoccaggio e rigassificazione di GNL) che svolgono sia il servizio di rigassificazione, sia servizi di SSLNG. Alla luce della definizione dell'assetto regolatorio, OLT ha affidato a DNV un'integrazione allo studio sulla logistica precedentemente commissionato al fine di valutare le opportunità di una maggiore flessibilità nell'offerta del servizio di SSLNG. Tale studio ha dimostrato che il Terminale può offrire un servizio di SSLNG uniforme durante l'anno, dimostrando, inoltre, come sia possibile aumentare le bettoline che possono essere ricevute in un anno, giungendo ad un numero di 122 accosti all'anno. Ciò ha permesso alla Società di prospettare un miglioramento delle condizioni di fornitura del servizio di SSLNG.

A seguito dell'emissione del Decreto del MISE dell'8 Ottobre 2020, nel rispetto di tutte le prescrizioni ricevute durante il percorso autorizzativo, OLT prevede la conclusione dei lavori necessari a sviluppare le attività SSLNG, relativi al sistema di ormeggio delle SSLNGC ed al sistema di trasferimento GNL dal Terminale alle SSLNGC, entro la fine del 2021.

Il presente documento costituisce lo **Studio di Impatto Ambientale (SIA)** relativo all'incremento del numero degli accosti al Terminale FSRU Toscana per lo svolgimento del servizio di SSLNG, rispetto a quelli già autorizzati durante l'iter conclusosi con il sopracitato Decreto dell'8 Ottobre 2020. Nella configurazione futura gli accosti annui del Terminale saranno pertanto costituiti da:

- ✓ No. 59 accosti di navi metaniere, nel caso vengano impiegate navi con capacità compresa tra 65,000 m³ e 155,000 m³ e No. 48 accosti nel caso vengano impiegate navi da circa 180,000 m³ (classe "New Panamax"), così come disposto dal Decreto di Esclusione dalla VIA Prot. No. 0000398 del 9 Novembre 2015;
- ✓ No. 122 accosti di bettoline per la distribuzione del GNL (SSLNGC), di lunghezza fino a 120 metri e capacità compresa tra 3,000 e 15,000 m³.

L'incremento del numero di accosti di SSLNGC rappresenta un significativo miglioramento delle condizioni di fornitura del servizio di SSLNG e conseguentemente permetterebbe al Terminale, grazie alla propria versatilità e alla sua posizione strategica, di svolgere la propria funzione in modo più incisivo ed efficiente, sia per il rifornimento del GNL come combustibile per gli usi marittimi e terrestri, sia per supportare la metanizzazione della Sardegna come stabilito dal Decreto Semplificazioni emesso a Settembre 2020.

In relazione alla modifica richiesta si evidenzia che:

- ✓ l'aumento del numero di accosti da parte di navi per lo svolgimento del servizio di SSLNG non comporta alcuna modifica in termini di configurazione del Terminale rispetto alle modifiche in corso di realizzazione, come da progetto autorizzato con Decreto del MISE dell'8 Ottobre del 2020, né in termini di capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3.75 miliardi di Sm³ di gas;
- ✓ non è prevista la contemporaneità delle operazioni di allibo con metaniere convenzionali e SSLNGC;
- ✓ il servizio di SSLNG potrà essere svolto parallelamente al servizio di rigassificazione, attività principale del Terminale, ed il servizio di rigassificazione potrà essere garantito anche in presenza del servizio di SSLNG.

Lo Studio di Impatto Ambientale è stato predisposto in accordo alle indicazioni della normativa nazionale vigente (Allegato VII alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) ed alle Linee Guida redatte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA, 2020) ed è strutturato come segue:

- ✓ nel Capitolo 2 si presenta l'iniziativa proposta e le sue finalità. Sono inoltre identificati i vincoli e le tutele presenti nell'area del Terminale;
- ✓ nel Capitolo 3 si descrivono le principali caratteristiche tecniche ed operative del Terminale, comprese le attività SSLNG;

-
- ✓ nel Capitolo 4 è riportata l'analisi dell'evoluzione del mercato internazionale e nazionale del GNL, con particolare riferimento allo Small Scale;
 - ✓ nel Capitolo 5 è descritto l'aggiornamento proposto e le relative interazioni con l'ambiente;
 - ✓ nel Capitolo 6 è riportata la descrizione dello stato attuale dell'ambiente per le matrici ambientali (suddivise in fattori ambientali e agenti fisici) potenzialmente interferite dal progetto, con definizione dell'area vasta di riferimento per le successive valutazioni di impatto;
 - ✓ nel Capitolo 7 è riportata la stima degli impatti ambientali sui singoli fattori ambientali/agenti fisici e, ove necessario, sono identificate le misure necessarie alla loro mitigazione;
 - ✓ nel Capitolo 8 sono evidenziati gli aspetti legati alla valutazione/gestione dei rischi del progetto proposto;
 - ✓ nel Capitolo 9 sono riportate le disposizioni relative al monitoraggio ambientale.

2 PRESENTAZIONE DELL'INIZIATIVA

2.1 PRESENTAZIONE DEL PROPONENTE

OLT Offshore LNG Toscana S.p.A. (OLT) è la Società che detiene la proprietà del Terminale galleggiante di rigassificazione "FSRU Toscana" che dapprima ne ha sviluppato il progetto ed attualmente si occupa della gestione dell'infrastruttura.

La Società OLT è nata nel 2002 dall'unione tra alcune delle principali società industriali attive nel settore energetico a livello nazionale ed internazionale, con l'obiettivo di progettare e realizzare il Terminale "FSRU Toscana".

Le quote azionarie della società sono divise come segue:

- ✓ SNAM (49.07 %);
- ✓ First Sentier Investors (48.24 %);
- ✓ Golar LNG (2.69 %).

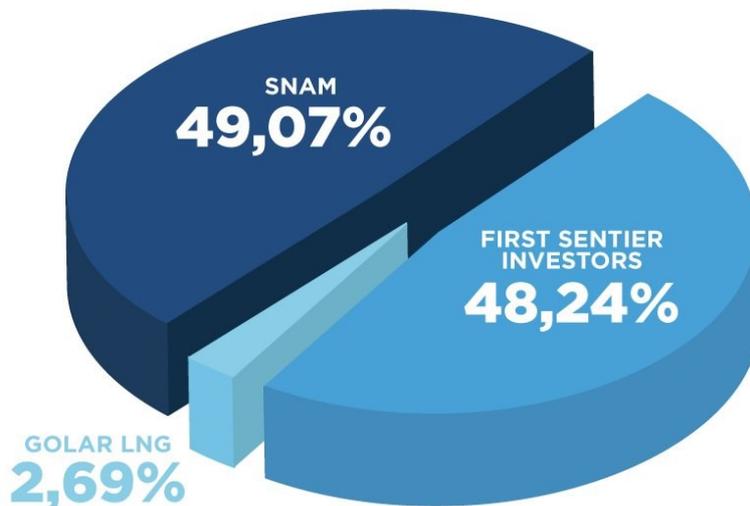


Figura 2.1: Assetto Societario di OLT

SNAM e FSI detengono complessivamente circa il 97.31% del capitale. La governance è paritetica fra i due soci di maggioranza.

L'attività di OLT consiste nella fornitura del servizio di rigassificazione; l'impianto è stato definito "strategico" con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico, e come tale fornisce un contributo alla sicurezza degli approvvigionamenti energetici del Paese.

2.2 STORICO AUTORIZZATIVO DEL TERMINALE "FSRU TOSCANA"

Il progetto è stato avviato nel 2002 ed è stato sottoposto ad un lungo e complesso iter autorizzativo.

Nel seguito sono elencate le principali autorizzazioni ad oggi ottenute:

- ✓ Nulla Osta di Fattibilità, ai sensi della Legge No. 334/99 del 5 Novembre 2003, autorizzazione alla realizzazione dell'impianto per gli aspetti di sicurezza di competenza del Comitato Tecnico Regionale (CTR) della Regione Toscana;
- ✓ Valutazione Ambientale Strategica (VAS) positiva da parte della Regione Toscana con Decisione di Giunta Regionale No. 28 del 20 Luglio 2004;

- ✓ Decreto Valutazione Impatto Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) No. 1256 del 15 Dicembre 2004, con parere favorevole della Regione Toscana e di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali, sia per il Terminale di rigassificazione che per il relativo gasdotto di collegamento alla Rete Nazionale dei Gasdotti;
- ✓ Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006 di autorizzazione alla costruzione ed esercizio, ai sensi dell'Art. 8 della Legge 340/00, del Terminale di rigassificazione e del metanodotto sottomarino del Ministero delle Attività Produttive con l'Intesa della Regione Toscana e di concerto con il MATTM;
- ✓ Decreto Ministeriale del 20 Novembre 2006 di autorizzazione alla costruzione e all'esercizio del metanodotto in terraferma, ai sensi della Legge No. 327/01, del Ministero dello Sviluppo Economico con l'Intesa della Regione Toscana;
- ✓ Concessione Demaniale Marittima (Atto No. 469) rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e firmata il 10 Dicembre 2008 con la Capitaneria di Porto di Livorno, per l'ottenimento dell'area marina occupata dal Terminale e dell'area occupata dalla condotta sottomarina, di collegamento del Terminale fino al punto di arrivo sulla costa, al confine demaniale;
- ✓ Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per la posa della condotta in mare e delle ancore da parte della Provincia di Pisa del 11 Maggio 2009 (Determinazione Dirigenziale No. 2013 emessa dal Servizio Sviluppo Sostenibile ed Energia della Provincia di Pisa);
- ✓ Decreto SIN del MATTM - Direzione Generale per la Qualità della Vita con Decreto Direttivo del 5 Agosto 2009 per la posa della condotta in mare in area perimetrata SIN, in prossimità della foce dello Scolmatore dell'Arno;
- ✓ Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D. Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DSA-2009-0024270 del 15 Settembre 2009, sulla base del Parere No. 366 del 29 Luglio 2009 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, per le modifiche apportate al progetto del gasdotto ai fini dell'ottemperanza alle prescrizioni ricevute con Decreto VIA;
- ✓ Variazione della Concessione Demaniale (Atto No. 470) in ragione della modifica del tracciato a mare del gasdotto conseguente all'ottemperanza alle prescrizioni ambientali, ottenuta con Atto No. 469 del 28 Maggio 2010, ai sensi dell'Art. 24 del Regolamento del Codice della Navigazione (Atto Suppletivo), siglato da OLT e dalla Capitaneria di Porto di Livorno;
- ✓ Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D. Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, sulla base del parere No. 529 del 16 Settembre 2010 espresso dalla Commissione Tecnica di Verifica – VIA VAS, per modifiche al progetto del Terminale di rigassificazione che si sono rese necessarie durante lo sviluppo dell'ingegneria esecutiva, scaturite anche dalla necessità di ottemperare ad alcune prescrizioni dettate in fase di VIA, modificato con Determinazione Prot. No. DVA-2011-0024915 del 4 Ottobre 2011, con riferimento alla Prescrizione No. 4;
- ✓ Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico di concerto con il MATTM e d'Intesa con la Regione Toscana di proroga dei tempi di conclusione lavori del Decreto Interministeriale del 23 Febbraio 2006;
- ✓ Approvazione del Piano di Monitoraggio Marino da parte del MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012;
- ✓ Autorizzazione alla movimentazione dei fondali marini ai sensi della L.R. No. 19/2003 per potenziamento ancoraggio da parte della Provincia di Pisa del 23 Maggio 2012 (Determinazione Dirigenziale No. 2313 emessa dal Servizio Ambiente della Provincia di Pisa, riportata in Appendice A al presente documento);
- ✓ Atto Suppletivo No. 472 di modifica della Concessione Demaniale ai sensi dell'Art. 24 del regolamento di esecuzione del Codice della Navigazione del 14 Giugno 2012 con la Capitaneria di Porto di Livorno per permettere l'occupazione del fondale marino da parte delle nuove ancore;
- ✓ Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'Art. 20 del D. Lgs. No. 4/2008, rilasciata dal MATTM con emissione del provvedimento Prot. No. DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012 per l'aggiornamento riguardante la tipologia di navi metaniere compatibili con il terminale ed il relativo numero di accosti;
- ✓ Esclusione dall'applicazione della procedura di VIA, ai sensi dell'art. 20 D. Lgs 4/2008 per la modifica del sistema di ancoraggio, rilasciata dal Ministero con Provvedimento prot. 23531 il 2 Ottobre 2012;
- ✓ Approvazione del Rapporto di Sicurezza da parte del Comitato Tecnico Regionale (CTR) della Regione Toscana con emissione del Parere Tecnico Conclusivo in data 12 Dicembre 2012;

- ✓ Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio del Terminale rilasciata dal MATTM con emissione del Decreto Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013;
- ✓ Autorizzazione per la produzione di emissioni dei gas a effetto serra - Direttiva 2003/87/CE "Emission Trading" ai sensi del D. Lgs 216/2006. L'autorizzazione è stata richiesta il 30 Novembre 2012. La procedura è stata finalizzata con l'emissione dell'Autorizzazione No. 08/2013 del 09 Aprile 2013;
- ✓ Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno relativa alla sicurezza della navigazione al fine di definire le aree di interdizione alla navigazione;
- ✓ Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 della Capitaneria di Porto di Livorno con cui è stato approvato e reso esecutivo il Regolamento delle attività del Terminale;
- ✓ Esercizio ai sensi dell'Art. 48 del Regolamento del Codice della Navigazione. In data 20 Dicembre 2013 con nota No. 14156 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha autorizzato l'Esercizio Provvisorio del Terminale "FSRU Toscana" in attesa del collaudo finale. In data 28 Novembre 2014 la Commissione Interministeriale ha espresso parere favorevole al rilascio del collaudo finale ai sensi dell'Art. 48 del R.C.N. (autorizzato il 17 Marzo 2015 dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Lettera Prot. No. 2858);
- ✓ Dichiarazione di non aggravio di rischio all'utilizzo di navi metaniere con capacità di trasporto di GNL superiore a 138,000 m³ e fino a 155,000 m³. In data 29 Gennaio 2014 il Comitato Tecnico Regionale (CTR) con lettera No. U.0001512 ha preso atto della "Dichiarazione di non aggravio" presentata da OLT ai sensi dell'art. 2 comma 1 del D.M. 9 Agosto 2000, per l'utilizzo delle navi metaniere fino a 155,000 m³ mantenendo la capacità massima di rigassificazione autorizzata pari a 3.75 miliardi di m³/anno;
- ✓ Verifica di ottemperanza alle prescrizioni del Rapporto di Sicurezza Definitivo - approvato il 21 Dicembre del 2012 con Parere Tecnico Conclusivo Prot. 21396. Il CTR ha emesso parere positivo circa l'avvenuta implementazione di tutte le prescrizioni il 2 Aprile 2014 con Nota Prot. 5601;
- ✓ Ordinanza No. 6 emessa dalla Capitaneria di Porto di Livorno il 6 Febbraio 2014 con la quale è stato approvato e reso esecutivo il Regolamento delle attività del Terminale;
- ✓ Autorizzazione all'esercizio definitivo dell'impianto, ai sensi dell'art. 48 del Regolamento Codice Navigazione rilasciata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con nota Prot. 2858 del 17 Marzo 2015;
- ✓ Provvedimento di esclusione dalla procedura di VIA Prot. No. 0398 del 9 Novembre 2015 con il quale il MATTM ha autorizzato l'incremento del limite di capacità delle navi che possono accostare il Terminale fino a 180.000 m³ circa, ferma restando la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata, pari a 3,75 miliardi di m³ di gas, nonché l'incremento del Delta Termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione, ora pari ad un valore medio orario pari a -6,0 °C;
- ✓ Autorizzazione della Capitaneria di Porto di Livorno per l'attracco delle Navi "New Panamax" prot. U.0015748 del 14 Aprile 2016;
- ✓ Autorizzazione all'esercizio definitivo dell'impianto e del relativo gasdotto sottomarino di collegamento a terra, ai sensi dell'art. 5 comma 2 del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 Febbraio 2006, rilasciato dal MiSE con Decreto del 25 Luglio 2016;
- ✓ Provvedimento di Esclusione dalla procedura di VIA Prot. No. 229 del 27 Luglio 2020 con il quale il MATTM ha autorizzato l'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG);
- ✓ Modifica non sostanziale AIA in relazione alle modifiche relative all'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG), conclusasi positivamente con Nota Prot. No. 81410 del 13 Ottobre 2020;
- ✓ Autorizzazione emessa dalla Capitaneria di Porto per gli aspetti relativi alla sicurezza della navigazione, legati all'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG), con nota Prot. No. 28452 del 2 Luglio 2019;
- ✓ Dichiarazione di non aggravio del preesistente livello di rischio relativa all'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG), acquisita dal CTR con Nota Prot. No. 11767 del 15 Maggio 2019;
- ✓ Parere positivo per quanto riguarda gli aspetti doganali per l'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG), espresso dall'Agenzia delle Dogane con Nota Prot. No. 69577 del 3 Luglio 2019;
- ✓ Intesa della Regione Toscana per l'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG) espressa con Delibera Prot. No. 896 dell'8 Luglio 2019;
- ✓ Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e d'Intesa con la Regione Toscana, del 8 Ottobre 2020 di autorizzazione alla realizzazione delle modifiche al Terminale che si rendono necessarie per poter offrire il servizio di SSLNG;

- ✓ Decreto MATTM No. 0002699 del 13 Gennaio 20121 di Riesame complessivo del Decreto MATTM Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013 di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio del Terminale FSRU Toscana.

2.3 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA

Il Terminale "FSRU Toscana" è una struttura offshore galleggiante permanentemente ancorata al fondo marino, ad una profondità di circa 120 metri, ubicata ad una distanza di circa 12 miglia nautiche dalla costa Toscana (Livorno), alle coordinate geografiche 43°38'40" N e 09°59'20" E.

Nella seguente figura è illustrata l'ubicazione del Terminale.

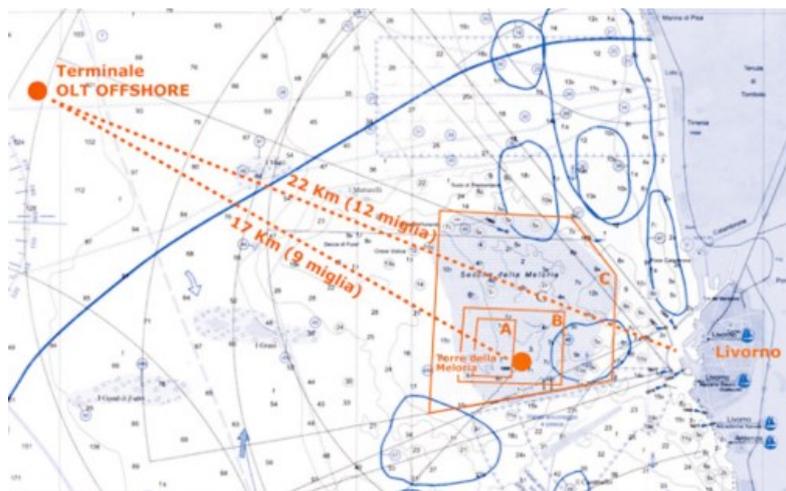


Figura 2.2: Ubicazione del Terminale "FSRU Toscana"

L'attività svolta a bordo del Terminale consiste nello stoccaggio e nella rigassificazione del gas naturale liquefatto: il gas naturale viene ricevuto allo stato liquido, mediante navi metaniere, stoccato in serbatoi criogenici a pressione pressoché ambiente e alla temperatura di -160°C , rigassificato ed inviato al gasdotto a terra attraverso la condotta sottomarina. La capacità nominale di stoccaggio del Terminale è di circa $137,100\text{ m}^3$ di GNL e la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata è pari a 3.75 miliardi di Sm^3 di gas.

Con Decreto MISE dell'8 Ottobre 2020 è stata autorizzata la realizzazione delle modifiche necessarie per permettere al Terminale FSRU Toscana di svolgere anche il servizio di Small Scale (SSLNG), relative nello specifico a:

- ✓ sistema di ormeggio per l'accosto in sicurezza delle small scale LNG Carrier sul fianco sinistro (port side mooring) del Terminale FSRU;
- ✓ modifica del sistema esistente di trasferimento (fianco sinistro) del GNL dal Terminale FSRU alle SSLNGC.

Il servizio Small Scale ad oggi è autorizzato con un numero massimo di accosti annui di bettoline (SSLNGC) al Terminale FSRU ricompreso all'interno del numero attualmente autorizzato di 59 accosti di navi metaniere di capacità compresa tra i $65,000\text{ m}^3$ ed i $155,000\text{ m}^3$.

L'intervento oggetto del presente SIA consiste nell'incremento del numero di accosti annuo di bettoline fino a No. 122, al fine di svolgere il servizio SSLNG nel modo più flessibile ed efficiente possibile. Il numero di accosti proposto è stato accertato tramite uno studio dedicato svolto da DNV e di cui si riporta una sintesi nel successivo Paragrafo 5.1.2.

Pertanto, nella configurazione futura gli accosti annui del Terminale saranno costituiti da:

- ✓ No. 59 accosti di navi metaniere, nel caso vengano impiegate navi con capacità compresa tra $65,000\text{ m}^3$ e $155,000\text{ m}^3$ e No. 48 accosti nel caso vengano impiegate navi da circa $180,000\text{ m}^3$ (classe "New Panamax"), così come disposto dal Decreto di Esclusione dalla VIA Prot. No. 0000398 del 9 Novembre 2015;
- ✓ No. 122 accosti di bettoline per la distribuzione del GNL (SSLNGC), con capacità compresa tra $3,000$ e $15,000\text{ m}^3$.

Nel successivo Paragrafo 2.4 sono invece descritte nel dettaglio le motivazioni dell'iniziativa.

2.4 CONTESTO E MOTIVAZIONI DELL'INIZIATIVA

2.4.1 Contesto Economico

Il mercato del gas è stato teatro di profondi cambiamenti negli ultimi anni. A seguito della crisi economica del 2009 si è registrato, infatti, un calo significativo della domanda di gas in Italia e in Europa. Si è passati da un mercato con una prevalenza di contratti di approvvigionamento e rigassificazione di lungo periodo ad un aumento di transazioni di breve periodo di tipo "spot" e "short-term", nella direzione di un mercato flessibile e dinamico.

Negli ultimi anni è stato registrato un considerevole aumento del numero di Paesi importatori di GNL, tra cui la Cina, la Polonia, la Lituania, Malta, l'America Latina e il Medio Oriente. Parallelamente si è assistito ad un aumento sostanziale della capacità di liquefazione; questo volume incrementale dovrebbe permettere di coprire la crescente domanda dei paesi asiatici, ed in particolare della Cina, che nel 2017 ha raggiunto il secondo posto tra i paesi importatori di GNL in termini di volume importato, permettendo inoltre il riallineamento del livello dei prezzi tra il mercato asiatico e quello europeo, rendendo quindi più liquido il mercato del GNL in quest'area.

Trovandosi ad operare in questo contesto, **OLT ha puntato sulla possibilità di fornire la massima capacità e flessibilità di ricezione da parte del Terminale sia in termini di capacità di carico delle navi metaniere autorizzate sia in termini di qualità e provenienza del GNL, garantendo al contempo la sostenibilità ambientale e il massimo livello di sicurezza.**

Con lo scopo di rendere il Terminale il più possibile fruibile dagli operatori nazionali ed internazionali, adattandolo alle logiche di mercato, è stato richiesto ed ottenuto da OLT l'aumento della capacità massima delle navi metaniere che possono scaricare presso il Terminale. Il Terminale è pertanto autorizzato a ricevere circa il 90% della flotta di navi metaniere attualmente in servizio, fermo restando la capacità di rigassificazione massima autorizzata pari a 3.75 miliardi di Sm³ di gas.

Grazie a tale aumento di flessibilità ricettiva, OLT può sfruttare le possibilità offerte da un mercato in costante evoluzione come quello del GNL, a fronte dell'ingresso di nuovi operatori che oggi non possono essere collegati all'Italia via gasdotto. Tale opportunità costituisce anche una garanzia per il Sistema Paese, volta a mitigare i rischi che si possono verificare sul piano delle importazioni (dall'Africa per eventi politici e dalla Russia per le note problematiche connesse ai transiti in Ucraina). Dall'Ottobre 2018 Il Terminale ha lavorato a pieno regime; per l'anno termico 2019/2020, infatti, sono stati allocati 41 slot su 41 disponibili, per un totale di circa 6.3 milioni di metri cubi liquidi di capacità allocati, equivalenti al 100% della capacità di rigassificazione annuale del Terminale, nonché al 5% del fabbisogno nazionale, mentre per l'anno termico 2020/2021 la capacità allocata risulta essere già prossima all'85% ed ancora in corso di allocazione.

Il contributo che "FSRU Toscana" fornisce alla sicurezza energetica del Paese è stato inoltre confermato dalla ricezione, dall'inizio delle operazioni commerciali, di carichi provenienti dai maggiori Paesi esportatori di GNL quali l'Algeria, l'Egitto, il Camerun, la Guinea Equatoriale, la Nigeria, la Norvegia, il Perù, il Qatar, Trinidad e Tobago e gli Stati Uniti, oltre che di carichi provenienti da altri terminali europei (Spagna e Olanda).

L'obiettivo è poter attrarre nuove forniture e garantire al contempo la sicurezza del Sistema Nazionale del Gas. In tal senso la Strategia Energetica Nazionale (SEN), adottata con Decreto del MiSE nel Novembre 2017, ha sancito l'importanza strategica per un Paese come l'Italia di dotarsi di un certo numero di terminali di rigassificazione. Questa strategia mira ad avere una sovraccapacità tale da rendere il nostro Paese potenzialmente indipendente dalle forniture di gas naturale tramite gasdotto, ottenendo un conseguente significativo livellamento dei prezzi.

Inoltre, nel Decreto No. 257 del MiSE del 16 Dicembre 2016 di recepimento della Direttiva europea DAFI sui combustibili alternativi, è stata ribadita la **strategicità delle infrastrutture di stoccaggio, rigassificazione e trasporto di GNL**; il Decreto riporta in allegato il Quadro Strategico Nazionale, che dedica una sezione importante alla fornitura di GNL per la navigazione marittima e interna, per il trasporto stradale e per altri usi.

Infine, come già evidenziato in precedenza, il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), presentato dal Governo italiano alla Commissione Europea alla fine del 2019, come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell'Unione dell'Energia, ribadisce il **ruolo essenziale del GNL nella transizione energetica**; il GNL, infatti, risulta essere un combustibile alternativo chiave per garantire la sicurezza e la diversificazione degli approvvigionamenti energetici. Inoltre, il Piano sottolinea le performance ambientali del GNL ed i suoi possibili utilizzi per il trasporto marittimo e terrestre.

2.4.2 Prospettive Commerciali

Questo nuovo contesto di mercato permetterà quindi all'Italia di ridurre la sua attuale forte dipendenza dalle importazioni via gasdotto e, conseguentemente, di attenuare i fattori di rischio degli approvvigionamenti energetici legati all'instabilità geopolitica dei Paesi produttori di gas naturale.

In questo scenario, **il Terminale di rigassificazione "FSRU Toscana" può svolgere un ruolo decisivo nella partita dello Small Scale LNG grazie alla propria versatilità ed alla posizione strategica dell'impianto.** Nel dettaglio, il servizio di Small Scale LNG riguarda la possibilità di scaricare GNL direttamente da un impianto di rigassificazione e stoccaggio da parte di piccole navi metaniere, che potranno poi portarlo presso stazioni di rifornimento a terra, all'interno dei porti del Mediterraneo. In questo contesto, infatti, potranno sorgere delle vere e proprie "stazioni di servizio", presso le quali sarà possibile il rifornimento sia per le imbarcazioni sia per i mezzi che utilizzano il GNL per l'autotrazione.

La nuova attività aggiunge un importante tassello alla logistica energetica, permettendo di **completare la filiera che consente l'utilizzo del GNL come combustibile sostenibile e in grado di abbattere le emissioni inquinanti e climateranti nel trasporto pesante terrestre e in quello marittimo, oltre che per usi industriali e civili nelle aree non servite dalla rete di trasporto nazionale.**

Il progetto SSLNG di OLT consentirà, inoltre, al Paese di essere competitivo in uno dei mercati a più elevato tasso di crescita potenziale, così come già dimostrato dalle esperienze dei Paesi nordeuropei, grazie all'introduzione di un'area SECA (Sulphur Emission Control Area), che dal 2020 limita le concentrazioni di zolfo ammissibili nei carburanti navali allo 0.1%, nel mare del Nord nella Manica e nel Baltico anche a seguito dell'utilizzo di fondi europei. A breve, inoltre, è prevista l'istituzione di un'area SECA anche nel Mediterraneo (proposta dalla Spagna e appoggiata dalla Francia), come riportato nel sopramenzionato PNIEC. In Europa Paesi come Spagna, Francia, Belgio, Olanda e Scandinavia dispongono già da anni di servizi SSLNG erogati dai propri terminali di rigassificazione, permettendo di caricare navi metaniere di piccola taglia che possono servire direttamente altre navi con motorizzazione ibrida o esclusivamente a GNL, nel rispetto della stringente normativa IMO (International Maritime Organization) sulle emissioni di Ossidi di Azoto e di Zolfo. La normativa presente nell'Annex VI del "*International Convention for the prevention of Pollution from ships*" (MARPOL) in vigore già dal primo Gennaio del 2020, ha abbassato allo 0.5% (dal precedente 3.5%) le concentrazioni di ossidi di zolfo ammissibili all'interno dei combustibili marittimi in tutti i mari del mondo. Il GNL è uno dei combustibili che consente alle motorizzazioni navali di rispettare tutti questi limiti abbattendo, inoltre, di circa il 20% le emissioni di CO₂ rispetto ai combustibili tradizionali, di fatto consentendo all'industria navale la transizione verso un impatto zero al 2050 così come richiesto dalle nuove politiche europee introdotte dal Green Deal.

La propulsione a GNL si sta diffondendo in modo particolare nel settore dei Ro/Ro, ovvero le navi-traghetto con modalità di carico del gommato in modo autonomo, senza ausilio di mezzi meccanici esterni, dei mezzi di supporto alle attività portuali e nel settore crocieristico che guida la rivoluzione dell'intero settore, con 12 nuovi ordini e 2 navi da crociera già operative nel Mare del Nord e nel Mediterraneo, mare chiuso e quindi particolarmente sensibile ai temi ambientali nel cui cuore opera OLT. In questo scenario si inserisce anche la diffusione delle navi metaniere di piccola taglia, "bunkerine": dalle 6 unità del 2019 si passerà a 21 unità che saranno operative entro la fine del 2021 in Europa.

In tale ambito si ricorda il Decreto Semplificazioni emesso a Settembre 2020, all'art. 60 comma 6, secondo cui la Sardegna potrebbe diventare a breve un'area pilota con la creazione della prima "pipeline" virtuale per alimentare il suo comparto industriale e sviluppare il settore marittimo in chiave green.

L'articolo, infatti, recita "*Al fine di realizzare il rilancio delle attività produttive nella regione Sardegna, garantendo l'approvvigionamento di energia all'isola a prezzi sostenibili e in linea con quelli del resto d'Italia, assicurando al contempo la compatibilità con l'ambiente e l'attuazione degli obiettivi del PNIEC, in tema di rilancio industriale, di decarbonizzazione dei consumi e di phase out delle centrali a carbone presenti nella regione Sardegna, è considerato parte della rete nazionale di trasporto, anche ai fini tariffari, l'insieme delle infrastrutture di trasporto e rigassificazione di gas naturale liquefatto necessarie al fine di garantire la fornitura di gas naturale mediante navi spola a partire da terminali di rigassificazione italiani regolati e loro eventuali potenziamenti fino ai terminali di rigassificazione da realizzare nella regione stessa.*" **Il Terminale di OLT risulta un tassello fondamentale di questa nascente filiera, rendendo possibile l'approvvigionamento di GNL della Regione Sardegna attraverso le bettoline spola.**

Infine, il GNL sta giocando un ruolo centrale anche nel trasporto pesante su gomma; infatti, è l'unico combustibile alternativo a poter garantire le stesse prestazioni dei combustibili tradizionali, annullando sostanzialmente le emissioni inquinanti (NO_x, SO_x, Particolato) e con un impatto inferiore in termini di emissioni di CO₂, fornendo un contributo determinante al rispetto degli obiettivi di breve periodo del Green Deal europeo. In Italia, il solo mercato

terrestre dei distributori per autotrazione di GNL è passato, dal 2016 a fine 2020, da 6 a 94 distributori, confermando il Paese al primo posto a livello europeo per numero di distributori disponibili.

2.4.3 I criteri di regolazione per il servizio di SSLNG

La fornitura dei servizi di SSLNG, così come definita all'art. 10 commi 2 e 3 del Decreto Legislativo No. 257/2016, non rientra tra le attività sottoposte alle funzioni di regolazione dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ed è quindi svolta in regime di libero mercato. L'Autorità è tenuta però, al fine di evitare sussidi incrociati tra le attività e oneri impropri a carico del sistema regolato, a determinare le regole di separazione contabile, anche rispetto alle attività non regolate.

Pertanto, facendo seguito al documento per la consultazione 20 Novembre 2018, 590/2018/R/gas, con la Delibera 7 Maggio 2019, 168/2019/R/gas l'Autorità ha definito la regolazione per i servizi aggiuntivi forniti dai rigassificatori, i cosiddetti servizi di SSLNG. Nel dettaglio, la Delibera 168/2019/R/gas ha definito i criteri di regolazione delle condizioni, anche economiche, di accesso e di erogazione dei servizi offerti mediante depositi di stoccaggio di GNL e le disposizioni in materia di separazione contabile per i servizi SSLNG. Tali criteri si applicano ai terminali di rigassificazione che offrono, oltre al servizio di rigassificazione, anche servizi SSLNG e ai depositi di stoccaggio di GNL considerati strategici.

Per l'accesso ai servizi SSLNG, l'Autorità distingue due casi:

- ✓ capacità dedicata, in cui i servizi SSLNG vengono assicurati dalla capacità esclusivamente dedicata agli stessi: in tal caso l'accesso ai servizi SSLNG sarà basato su procedure non discriminatorie definite in autonomia dai gestori delle infrastrutture evitando che venga compromessa la capacità di rigassificazione;
- ✓ capacità concorrente, in cui i servizi SSLNG impegnano parte della capacità di rigassificazione: in tal caso l'Autorità ha previsto che i soggetti interessati debbano disporre di capacità di rigassificazione tramite la partecipazione alle procedure di conferimento definite ai sensi del Testo Integrato in materia di adozione di garanzie di libero accesso al servizio di Rigassificazione del GNL (TIRG). Di conseguenza l'utente della rigassificazione può decidere se richiedere il GNL in forma gassosa o in forma liquida.

Questa seconda modalità ha portato una maggiore flessibilità logistica nell'arrivo delle navi grandi e delle bettoline dedicate al servizio SSLNG perché non è più necessario ricevere 2 navi aggiuntive da 155,000 m³ liq per avere del GNL da dedicare al servizio di SSLNG e tale riduzione ha dato la possibilità di ricevere un maggior numero di bettoline, fermo restando il numero massimo di 59 navi con capacità compresa tra 65,000 m³ e 155,000 m³ e 48 accosti con navi di capacità "New Panamax" (come autorizzato con il citato Provvedimento Prot. No. 000398 del 9 Novembre 2015).

Alla luce di tale impostazione OLT ha affidato a DNV un'integrazione allo studio sulla logistica precedentemente commissionato che prevedeva l'offerta di capacità dedicata. In particolare, è stato richiesto al DNV di valutare le opportunità dello scenario rappresentato dalla modalità di accesso al servizio di SSLNG attraverso la "capacità concorrente", il quale permette maggiore flessibilità nell'offerta del servizio di SSLNG rispetto alla capacità dedicata.

Tale studio ha dimostrato che, tenendo conto delle condizioni meteomarine registrate negli ultimi anni, e con le limitazioni previste per le small scale carriers (bettoline), **tramite la "capacità concorrente" il Terminale può offrire un servizio di SSLNG uniforme durante l'anno.** Inoltre, rispetto ai precedenti studi effettuati valutando la sola "capacità dedicata", tale studio del DNV dimostra come sia possibile aumentare il numero di bettoline che possono essere ricevute in un anno, giungendo ad un numero massimo di 122 accosti all'anno. Ciò ha permesso ad OLT di prospettare un **miglioramento delle condizioni di fornitura del servizio di SSLNG in quanto permetterebbe di fornire un servizio uniforme tutto l'anno senza impattare sul servizio di rigassificazione.**

2.4.4 Motivazioni dell'Iniziativa

In base a quanto esposto nei paragrafi precedenti, si può concludere che:

- ✓ il Terminale di rigassificazione "FSRU Toscana" può svolgere un **ruolo decisivo nella partita dello "Small Scale LNG" grazie alla propria versatilità e alla posizione strategica dell'impianto;**
- ✓ l'aumento del numero di accosti rappresenterebbe un significativo miglioramento delle condizioni di fornitura del servizio di SSLNG e conseguentemente permetterebbe al Terminale di **svolgere la propria funzione in modo più incisivo ed efficiente, sia per il rifornimento del GNL come combustibile per gli usi marittimi e terrestri, sia per supportare la metanizzazione della Sardegna come stabilito dal Decreto Semplificazioni.**

2.5 TUTELE E VINCOLI PRESENTI NELL'AREA DI PROGETTO

In corrispondenza dell'area interessata dal Terminale "FSRU Toscana" non risultano applicabili vincoli territoriali ed urbanistici in quanto il Terminale di rigassificazione off-shore è ubicato in mare aperto, a circa 12 miglia nautiche dalla costa toscana.

Con riferimento ai vincoli riconducibili alla presenza di aree marine protette o aree naturali oggetto di tutela, si evidenzia che il Terminale ricade:

- ✓ all'interno del "Santuario per i mammiferi marini" o "Santuario Pelagos", un'area marina protetta internazionale creata ai sensi di un Accordo Internazionale tra Francia, Italia e Principato di Monaco e classificata come Area Specialmente Protetta di Interesse Mediterraneo (Specially Protected Areas of Mediterranean Importance – SPAMIs) e istituita con Legge 391 dell'11 Ottobre 2001;
- ✓ all'interno del pSIC IT5160021 "Tutela del *Tursiops truncatus*", ufficialmente istituito con Deliberazione del Consiglio Regionale No. 2 del 14 Gennaio 2020, rappresenta il più grande sito nel Mediterraneo per la protezione del tursiopo, estendendosi tra i Comuni di Pietrasanta e Piombino, fino a comprendere le isole di Gorgona, Capraia e le Secche della Meloria, per una superficie di oltre 3.740 chilometri quadrati. Il pSIC è inoltre totalmente incluso all'interno del Santuario Pelagos. Allo stato attuale la proposta di nuova designazione dovrà essere verificata e confermata dai competenti uffici del MiTE e da quelli della Commissione Europea.

In considerazione di quanto sopra è stato predisposto un dedicato Studio di Incidenza, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti (P0023983-1-H3).

Di seguito si riportano inoltre tutte le aree protette marine e terrestri presenti in un raggio di circa 40 km dal Terminale.

Tabella 2.1: Elenco delle Aree Protette Marine e Terrestri più Vicine al Terminale

Codice	Aree Naturali Protette (EUAP)	Distanza Minima
1174	Santuario per i Mammiferi Marini (Pelagos)	Interferenza diretta
1227	Area Marina Protetta Secche della Meloria	Circa 11 km
0010	Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano	Circa 17.5 km
0231	Parco Naturale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli	Circa 23 km
0841	Riserva Naturale Provinciale Oasi della Contessa	Circa 30.5 km
1017	Parco Provinciale dei Monti Livornesi	Circa 32.5 km
0117	Riserva Naturale Calafuria	Circa 33.5 km
1211	Area Naturale Protetta di Interesse Locale Dune di Forte dei Marmi	Circa 38.5 km
Codice	Rete Natura 2000	Distanza
IT5160021	pSIC Tutela del <i>Tursiops truncatus</i>	Interferenza diretta
IT5160018	ZSC Secche della Meloria	Circa 11 km
IT5160002	ZSC/ZPS Isola di Gorgona – Area Terrestre e Marina	Circa 18 km
IT5170002	ZSC/ZPS Selva Pisana	Circa 23.5 km
IT5170001	ZSC/ZPS Dune Litoranee di Torre del Lago	Circa 28.5 km
IT5120016	ZSC/ZPS Macchia Lucchese	Circa 29 km
IT5160001	ZSC/ZPS Padule di Suese e Biscottino	Circa 30.5 km
IT5160022	pSIC Monti Livornesi	Circa 32 km
IT5120017	ZSC/ZPS Lago e Padule di Massaciuccoli	Circa 32.5 km
IT5160023	pSIC Calafuria – Area Terrestre e Marina	Circa 32.5 km

Codice	Important Bird and Biodiversity Areas (IBA)	Distanza
IT5120019	ZSC Monte Pisano	Circa 38.5 km
082M	Migliarino-San Rossore	Circa 21 km dalla parte marina dell'IBA
096M	Arcipelago Toscano	Circa 22 km dalla parte marina dell'IBA
077	Lago di Massaciuccoli	Circa 31.5 km

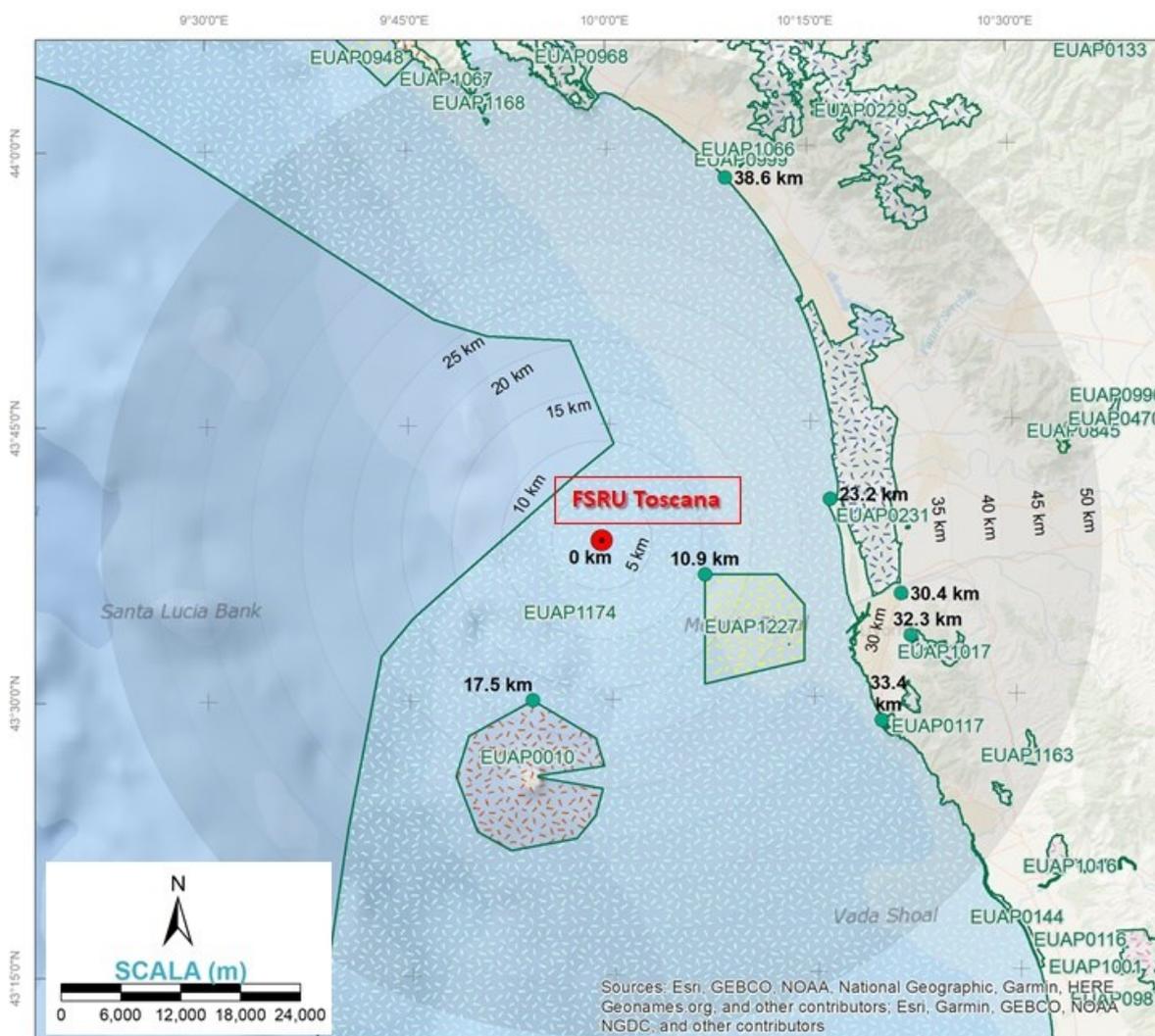


Figura 2.3: Aree Naturali Protette

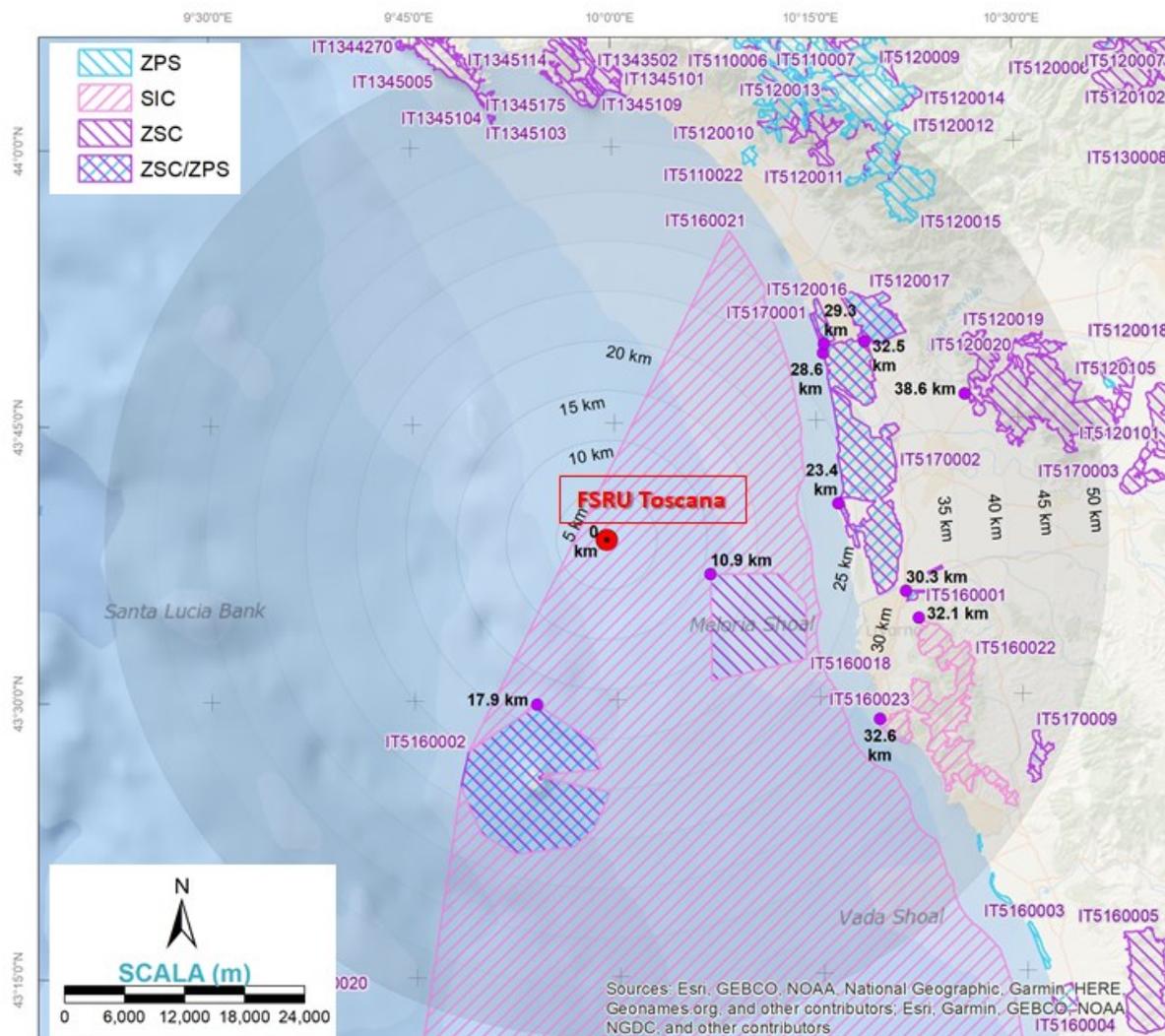


Figura 2.4: Rete Natura 2000

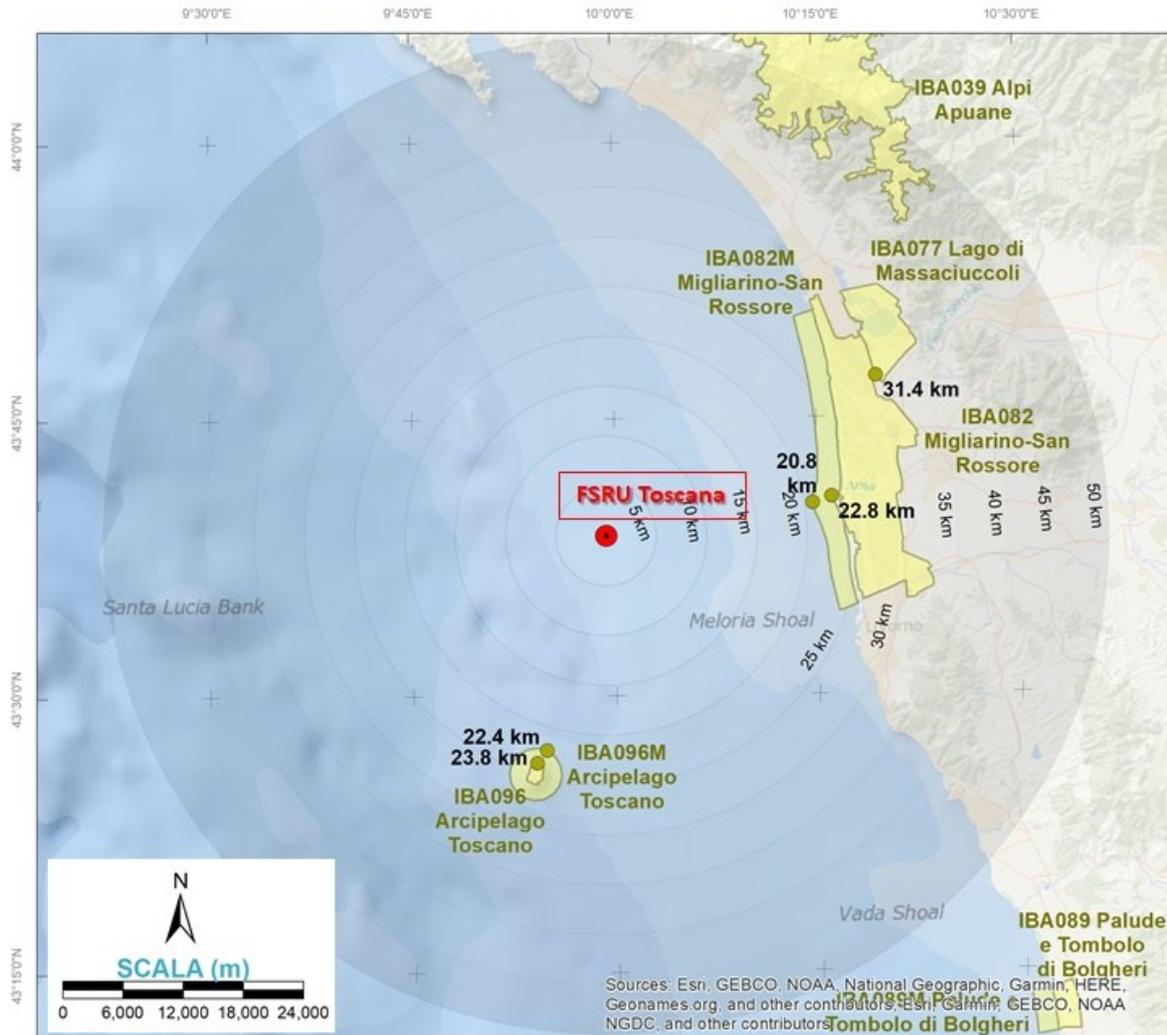


Figura 2.5: Important Bird and Biodiversity Areas

3 DESCRIZIONE DEL TERMINALE “FSRU TOSCANA”

3.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il Terminale “FSRU Toscana” ha la funzione di stoccare, all’interno di serbatoi criogenici, il GNL trasportato da navi metaniere per poi rigassificarlo ed inviare il gas naturale alla Rete Nazionale Gasdotti tramite una condotta sottomarina.



Figura 3.1: Terminale “FSRU Toscana”

Il Terminale è stato realizzato tramite la conversione in FSRU della metaniera “Golar Frost” avvenuta presso i cantieri navali “Drydocks World” di Dubai. I lavori si sono conclusi nel Giugno 2013, quando il Terminale ha preso il largo per raggiungere le coste italiane, arrivando a Livorno il 30 Luglio 2013.

In data 17 Marzo 2015 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha autorizzato l’Esercizio Definitivo dell’impianto, a conclusione del collaudo effettuato dalla Commissione Interministeriale istituita ai sensi dell’art. 48 RCN. Inoltre, con Decreto MISE del 25 Luglio 2016 ai sensi dell’art. 5 comma 2 del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 Febbraio 2006 è stato autorizzato all’esercizio definitivo sia l’impianto che il relativo gasdotto sottomarino di collegamento a terra (Snam Rete Gas).

Nella seguente tabella sono riportati i principali dati dimensionali del Terminale.

Tabella 3.1: Caratteristiche Dimensionali del Terminale

Dato	Unità di Misura	Valore
Lunghezza (fuori tutto)	m	306.5
Lunghezza (tra le perpendicolari)	m	274
Larghezza	m	48
Altezza di costruzione	m	26.5

La capacità nominale di stoccaggio del Terminale è di circa 137,100 m³ di GNL e la capacità annua di rigassificazione massima autorizzata è pari a 3.75 miliardi di Sm³ di gas.

L’ancoraggio è di tipo “single mooring point” a torretta, ovvero il Terminale può ruotare liberamente attorno all’asse della torretta orientandosi in funzione delle condizioni meteorologiche prevalenti. L’ancoraggio è stato progettato per resistere alle condizioni locali di vento e di onda estreme con ricorrenza di cento anni.

Il Terminale FSRU è dotato di No. 4 serbatoi di stoccaggio GNL di tipo Moss, disposti nella parte centrale. L’impianto di rigassificazione è ubicato a prua, mentre le sistemazioni per gli alloggi dell’equipaggio, la sala di controllo centralizzata e i macchinari di servizio sono a poppa.

La seguente figura mostra il layout del Terminale.

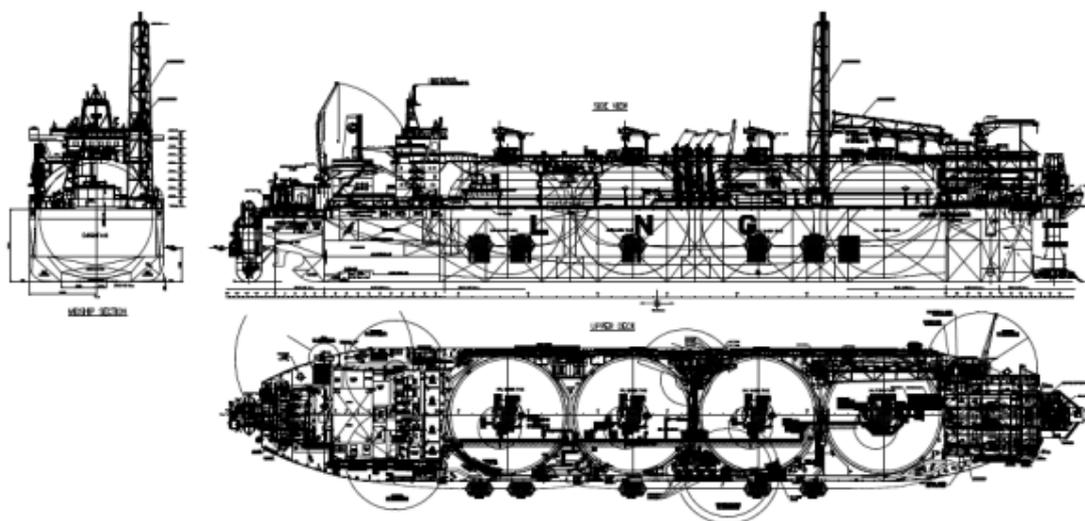


Figura 3.2: Layout del Terminale “FSRU Toscana”

Le metaniere in arrivo al Terminale attraccano affiancandosi al lato di dritta (destra) per scaricare il GNL mediante No. 4 bracci di carico di cui No. 3 dedicati all’operazione di trasferimento del GNL e No. 1 per il ritorno del *Boil Off Gas* (BOG) alla nave gasiera (si veda la Figura seguente).



Figura 3.3: Ormeaggio di una Nave Metaniera al Terminale

Poiché il BOG generato durante l’allibio supera il quantitativo per l’autoconsumo necessario alla produzione di energia elettrica, l’esubero di gas in parte ritorna alla nave gasiera (per l’equilibrio delle pressioni in gioco) e in parte viene mandato al sistema BOG Compressor, dove viene ricondensato.

Il GNL, una volta rigassificato, viene inviato a terra tramite un gasdotto di 36.5 km totali (gestito da Snam Rete Gas), di cui 29.5 km in mare, 5 km nel Canale Scolmatore e i restanti 2 km sulla terraferma, completamente interrati.

3.2 COMPONENTI E SISTEMI PRINCIPALI DEL TERMINALE

Il Terminale è dotato dei seguenti sistemi e componenti principali:

- ✓ Sistema di Ricevimento del GNL;
- ✓ Sistema di Stoccaggio e Rigassificazione;
- ✓ Impianto dell’Azoto per il Controllo dell’Indice di Wobbe;
- ✓ Sistema di Produzione di Energia;
- ✓ Sistema Acqua Mare;
- ✓ Sistema di Trasporto del Gas.

Nella figura successiva è presentato uno schema semplificato dei flussi di processo del Terminale.

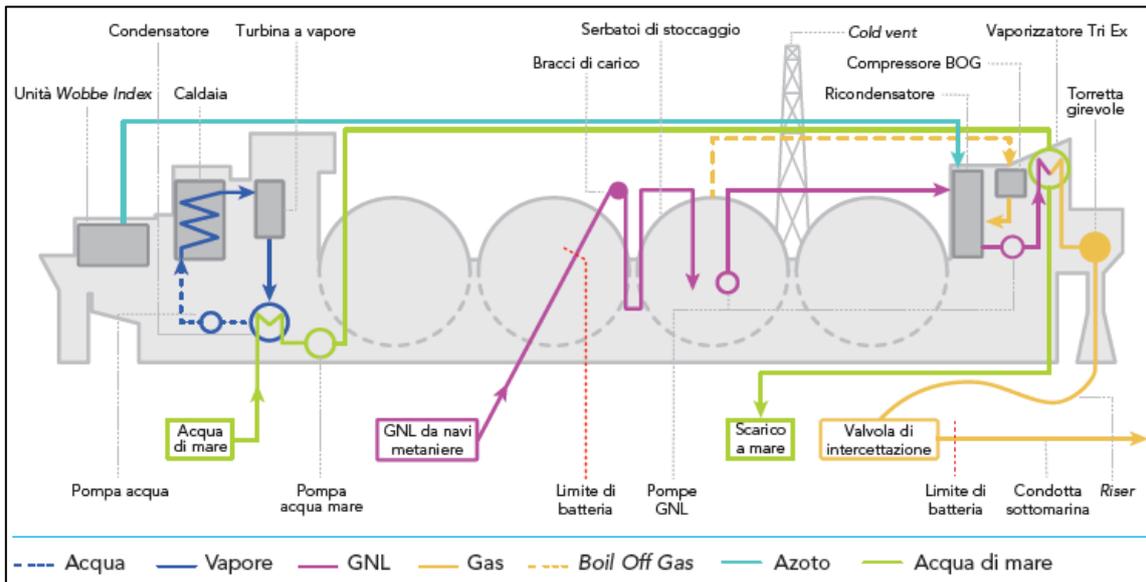


Figura 3.4: Schema dei Flussi di Processo del Terminale

3.2.1 Sistema di Ricevimento del GNL

Il Terminale, tramite il sistema di carico, può essere approvvigionato da navi metaniere di capacità variabile. Allo stato attuale la capacità massima autorizzata per le navi metaniere è pari a circa 180,000 m³ (capacità associata alle metaniere della classe New Panamax).

Il trasferimento del GNL tra il Terminale e la nave metaniere è possibile grazie ad un sistema composto da:

- ✓ No. 2 bracci di carico per il GNL di 16” che comprendono un collettore, un sistema di rilascio in caso di emergenza e un sistema idraulico di connessione/disconnessione rapido;
- ✓ No. 1 braccio di carico per il vapore BOG di 16”, completato sempre con un collettore, un sistema di rilascio in caso di emergenza e un sistema idraulico di connessione/disconnessione rapido;
- ✓ No. 1 braccio ibrido che può essere utilizzato sia per il GNL che per il vapore in caso di indisponibilità di uno dei bracci precedentemente citati;
- ✓ sistema dedicato di controllo e monitoraggio.

I bracci di carico usati per il trasferimento del GNL sono costituiti da:

- ✓ un riser verticale;
- ✓ due sezioni estendibili a compasso, una interna ed una esterna, che è completata con un collettore a flangia, libero di muoversi grazie a connessioni snodabili.

I bracci di carico sono dotati inoltre di un sistema di monitoraggio della posizione o *Position Monitoring System* (PMS) che permette di monitorare la posizione delle flange di accoppiamento dei bracci di carico con quelle dei collettori (*manifold*) della nave metaniera, tramite potenziometri.

3.2.2 Sistema di Stoccaggio e Rigassificazione

Il sistema di rigassificazione installato a bordo del Terminale utilizza l'acqua di mare come fluido per la vaporizzazione del GNL.

L'intero sistema è costituito da:

- ✓ serbatoi di stoccaggio del GNL;
- ✓ pompe interne o *In-Tank Pumps*;
- ✓ sistema di pompaggio del GNL tramite pompe di rilancio o *Booster*;
- ✓ vaporizzatori GNL;
- ✓ impianto dell'azoto per il controllo dell'Indice di Wobbe;
- ✓ sistema di trasporto del gas.

3.2.2.1 Serbatoi di Stoccaggio del GNL

Il Terminale possiede No. 4 serbatoi di contenimento di GNL del tipo Moss, sferici, del diametro di 40.5 m ognuno, per una capacità di stoccaggio netta pari a circa 134,275 m³ di GNL e lorda di 137,100 m³. I serbatoi sono resistenti al fenomeno dello *slashing* del gas liquido causato dai movimenti dovuti al galleggiamento del Terminale.

3.2.2.2 Pompe Interne (In-Tank Pumps)

Il GNL è inviato dai 4 serbatoi al ricondensatore, tramite l'utilizzo di quattro pompe sommerse di tipo centrifugo in grado di lavorare ad una velocità costante ed il cui raffreddamento e lubrificazione sono ottenuti dal pompaggio del GNL stesso. L'avvio e l'arresto delle pompe sono controllati dall'operatore che assicura che le pompe in azione siano sufficienti a garantire la portata adeguata. Ogni pompa presenta anche una linea di *minimum flow* che assicura un'alimentazione minima alle stesse.

3.2.2.3 Pompaggio del GNL (Pompe di Rilancio o Booster)

Tre pompe *Booster* (pompe di rilancio) aspirano il GNL dal ricondensatore e lo inviano ai vaporizzatori. Le pompe *Booster* consentono di portare la pressione del gas liquefatto in uscita dal ricondensatore al valore di pressione caratteristico del sistema di vaporizzazione. Le pompe installate sono di tipo verticale sommerse, con il motore direttamente accoppiato alla pompa stessa, in cui il GNL garantisce la lubrificazione e il raffreddamento della pompa e del motore. In condizioni nominali sono sufficienti due pompe in attività ed una di riserva. La portata di GNL è regolata dalle valvole di controllo installate sulla linea che alimenta ogni vaporizzatore. Ogni pompa inoltre è dotata di una linea di recupero verso il ricondensatore, per evitare che la pompa lavori al di sotto delle condizioni operative minime. Le pompe *Booster* sono dotate di uno sfiato che permette di convogliare i vapori formati verso il ricondensatore ed evitare il loro accumulo alla mandata della pompa stessa. In caso di necessità, ogni pompa può essere isolata individualmente tramite valvole di blocco installate nella condotta di aspirazione e di scarico.

3.2.2.4 Vaporizzatori GNL

Tre vaporizzatori a fluido intermedio, del tipo Tri-Ex, sono installati per vaporizzare il GNL. Durante il normale esercizio i tre vaporizzatori possono funzionare anche simultaneamente (senza riserva). I vaporizzatori Tri-Ex utilizzano propano come fluido intermedio ed acqua di mare come fluido riscaldante primario.

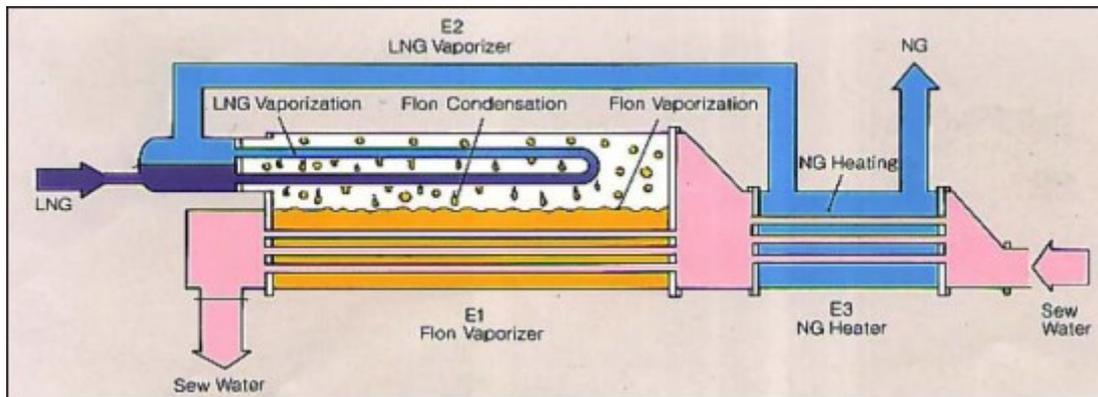


Figura 3.5: Schema del Sistema di Vaporizzazione

Al fine di migliorare l'efficienza termica globale del Terminale, l'acqua di mare del processo di rigassificazione viene prima impiegata nel condensatore principale del vapore utilizzato per la produzione di energia elettrica e successivamente inviata ai vaporizzatori. Questo permette di innalzare la temperatura dell'acqua di mare all'ingresso del vaporizzatore e quindi diminuire la differenza di temperatura tra la presa di acqua mare e lo scarico dai vaporizzatori.

3.2.3 Impianto dell'Azoto per il Controllo dell'Indice di Wobbe

Nel caso in cui il GNL importato sia caratterizzato da una miscela caratterizzata da un potere calorifico superiore alle specifiche ammesse per l'immissione in rete, all'interno del ricondensatore viene iniettato un certo quantitativo di azoto a seconda delle esigenze. L'analizzatore dell'Indice di Wobbe per il gas in uscita controlla in continuo la qualità del gas da esportare e, se necessario, controlla l'iniezione del giusto flusso di azoto agendo automaticamente sul sistema di controllo della capacità dell'impianto di correzione dell'Indice di Wobbe.

Il sistema azoto comprende inoltre tre serbatoi che hanno il compito di regolare le fluttuazioni di pressione in modo da garantire un flusso di azoto con condizioni di purezza e pressione costante.

3.2.4 Sistema di Produzione di Energia

Il Terminale di rigassificazione risulta in grado di autosostenersi in quanto la produzione di energia elettrica è assicurata dai seguenti generatori:

- ✓ No. 2 turbogeneratori a vapore da 10 MW ciascuno;
- ✓ No. 2 turbogeneratori a vapore da 3.35 MW ciascuno;
- ✓ No. 1 generatore diesel da 3.35 MWth (in alcune condizioni di non normale operatività);
- ✓ No. 1 generatore diesel da 850 kW (per emergenza).

I turbogeneratori sono alimentati con vapore surriscaldato prodotto da No. 2 caldaie da circa 40 MWth ciascuna .

Durante le normali condizioni operative, le caldaie utilizzano come combustibile il BOG dei serbatoi di stoccaggio del GNL e, nel caso questo fosse insufficiente, la quantità mancante può essere prelevata dal gas prodotto dall'impianto di rigassificazione.

Durante le normali operazioni, il BOG prodotto nei serbatoi è inviato mediante un compressore (*LD Compressor*) ed ad un riscaldatore (*LD Heater*) e quindi alle caldaie, mentre il combustibile eventualmente prelevato dall'impianto di rigassificazione (*send-out*) è inviato direttamente al suddetto riscaldatore.

È previsto l'utilizzo di Marine Gas Oil (MGO) (singolarmente o in condizione di dual fuel) per alimentare i generatori diesel e le caldaie in condizioni di non normale operatività tra cui: malfunzionamento, emergenza, manutenzione, fasi transitorie di processo e di impianto e in assenza di GNL a bordo per mancato arrivo di navi metaniere di approvvigionamento, motopompa di emergenza con motore diesel demandata all'azionamento dell'impianto antincendio e sistema di gas inerte.

3.2.4.1 Emissioni in Atmosfera

Il Terminale presenta No. 2 punti di emissione convogliate in atmosfera (E1 e E2) costituite dalle due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia, convergenti in un unico camino dotato di setto centrale.

Di seguito si riportano le caratteristiche emissive del Terminale.

Tabella 3.2: Caratteristiche Emissive del Terminale

Dato	Unità di Misura	Valore
Altezza camino s.l.m.	m	50
Diametro camino	m	1.6
Sezione singolo camino	m ²	1.0
Portata totale dei fumi allo scarico del camino ⁽¹⁾	Nm ³ /h	62,916
Temperatura dei fumi	°K	476
Concentrazione limite di NO _x ⁽²⁾	mg/Nm ³	100

Note:

- 1) Somma delle singole portate dei fumi delle caldaie (punti di emissione E1 ed E2)
- 2) In accordo a quanto prescritto dal Decreto AIA No.93 del 15/03/2013 (Paragrafo 9.3) e in linea con la Decisione della Commissione Europea No. 1442 del 31/07/2017 che ha stabilito le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT), a norma della Direttiva 2010/75/UE, per i grandi impianti di combustione, con particolare riferimento alla combustione di gas naturale in caldaie e motori (Tabella 25), il limite di concentrazione di NO_x allo scarico del camino della FSRU, a partire dal 59esimo mese di operatività del Terminale (ossia da fine Giugno 2018), è stato ridotto da 150 a 100 mg/Nm³.

Considerando i valori di portata e concentrazione sopra riportati ed un funzionamento annuo di 350 giorni (considerando 15 giorni di manutenzione), pari a 8,400 ore (considerando 24 ore di funzionamento), il valore emissivo totale annuo del Terminale risulta pari a **52.8 t/anno**.

3.2.5 Sistema Acqua Mare

L'acqua di mare viene aspirata mediante pompe dedicate e diverse prese ubicate nello scafo del Terminale. In particolare, i principali utilizzi del sistema acqua mare sono riconducibili a:

- ✓ processo di rigassificazione;
- ✓ raffreddamento apparecchiature ausiliarie;
- ✓ generatori di acqua dolce (lavanda e potabile);
- ✓ impianto di zavorra;
- ✓ impianto antincendio e servizi generali.

In termini di portata, la funzione principale dell'acqua di mare è quella dell'utilizzo a servizio dei vaporizzatori per la rigassificazione: l'acqua di mare viene approvvigionata mediante pompe centrifughe attraverso il punto di presa denominato PA1, ubicato nella zona poppiera nella parte inferiore dello scafo, che, per aumentare l'efficienza termica globale del Terminale, è preliminarmente utilizzata come fluido di raffreddamento per il condensatore principale: questo permette di elevare la temperatura dell'acqua (di circa +2.8°C) e pertanto diminuire il salto termico dell'acqua di mare dal punto di prelievo al punto di scarico in uscita. Successivamente l'acqua di mare fredda (portata pari a 10,800 m³/h), proveniente dai vaporizzatori viene raccolta in un collettore comune e scaricata in mare a prua del Terminale FSRU, tramite lo scarico denominato SF15.

Solo in caso di malfunzionamenti o manutenzioni delle pompe acqua mare (coincidenti con un periodo di Zero send out o Warm up) l'acqua di mare a valle del condensatore può essere scaricata tramite lo scarico denominato SF3 (portata 9,000 m³/h). In questa ultima configurazione non vengono utilizzate le pompe acqua mare principali ma una pompa, di portata minore, denominata *Main Circulating Pump*.

3.2.5.1 Emissioni in Corpo Idrico

All'interno del Terminale risultano presenti differenti punti di scarico idrico, relativi ai differenti utilizzi presenti dell'acqua approvvigionata.

In condizioni di normale funzionamento sono attivi i seguenti scarichi:

- ✓ SF2 (sistema ausiliario di raffreddamento),
- ✓ SF4 (acque di zavorra),
- ✓ SF5 (eiettori sistema zavorra),
- ✓ SF9 (sistema di raffreddamento Wobbe Index),
- ✓ SF10 (sistema di raffreddamento del thruster),
- ✓ SF15/SF15b (sistema acqua mare necessaria alla rigassificazione + cortina acqua per spillamenti GNL)¹,
- ✓ SF17 (sistema gas inerte),
- ✓ SF18 (unità di potabilizzazione acqua),
- ✓ SF19 (impianto di distillazione),
- ✓ SF29 (reflui domestici),
- ✓ SF 30 (cortina bracci di carico).

Risultano, inoltre, presenti ulteriori punti di scarico (SF1, SF3, SF6, SF7, SF8, SF11, SF12, SF13, SF14, SF16, SF20, SF21, SF22, SF23, SF24, SF25, SF26, SF27, SF28, SF31 e SF32) che risultano a servizio di sistemi di emergenza/manutenzione, oppure presentano un funzionamento raro, e che possono essere attivati solo in caso di guasti o di evento meteorico.

Le caratteristiche dello scarico SF15/SF15b, così come autorizzate dal Decreto di Esclusione dalla VIA No. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, dal Decreto AIA Prot. No. 00093 del 15 Marzo 2013 e dal provvedimento di esclusione alla VIA DVA-2015-00003839 del 9 Novembre 2015, sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 3.3: Caratteristiche del Punto di Scarico SF15/SF15b

Dato	Origine	Modalità di Scarico	Portata	Delta T Processo	Cloro Attivo Libero
SF15/SF15b	Sistema acqua mare necessaria alla rigassificazione + cortina acqua per spillamenti GNL	Continuo	10,800 m ³ /h	- 6.0 °C ⁽¹⁾	0.05 mg/l ⁽²⁾

Note:

- 1) OLT, in data 13 Agosto 2015, con Nota Prot. 2015/B/319, ha inoltrato istanza di modifica non sostanziale per l'incremento del delta termico dell'acqua di mare necessaria alla rigassificazione (allora autorizzato ad un massimo di -4,6°C). In data 9 Novembre 2015, il MATTM ha emesso il Provvedimento di esclusione dalla procedura di VIA Prot. No. 0398 con il quale si autorizza l'incremento del Delta Termico richiesto, mantenendo comunque un medesimo quantitativo di frigorifici annuali.
- 2) Oltre al limite sulla concentrazione tale scarico è soggetto ai seguenti limiti imposti sulle quantità: 10 kg/giorno; 3.6 ton/anno.

3.2.6 Sistema di Trasporto del Gas

La condotta sottomarina realizzata da SNAM Rete Gas (SRG) trasporta il gas dal Terminale alla Rete Nazionale dei Gasdotti (RNG). Il limite di progetto tra OLT e SRG è costituito dalla prima flangia situata a valle della stazione marina di collegamento tra condotta e Terminale, posta sul fondale marino sotto la FSRU (*Entry Point*).

3.3 MODALITA' OPERATIVE DEL TERMINALE

Il Terminale può esercire con le seguenti modalità operative:

✓ **Modalità Send Out – Holding**

Tale modalità contempla la normale attività di rigassificazione del Terminale in assenza di scarico di GNL dalla nave metaniera. La rigassificazione può essere effettuata con uno, due oppure tre vaporizzatori, in funzione

¹ Una piccola quantità dell'acqua di rigassificazione (< 1%) viene prelevata a valle dei misuratori di portata ed utilizzata per alimentare uno scarico continuo d'acqua di cortina finalizzato a proteggere lo scafo del Terminale da eventuali spillamenti di GNL. Il contenuto di cloro attivo libero viene misurato su questa deviazione ed è quindi lo stesso dello scarico SF15.

della richiesta a terra di gas naturale, nel rispetto della massima capacità annua autorizzata, pari a 3,75 miliardi di Sm³.

Nello specifico, si possono identificare due diverse modalità:

- Normal Send Out, con un flusso di GNL maggiore di 100 t/h,
- Micro Send Out, con un flusso di GNL intorno a 10 t/h.

Le modalità si differenziano in base alla pompa usata per il rilancio del GNL verso i vaporizzatori: le pompe booster (HP) nel caso del Normal Send Out, le pompe small HP nel caso del Micro Send Out (questa ultima configurazione è fondamentale nella fase transitoria di raffreddamento e pressurizzazione dei vaporizzatori e successivo incremento della portata di rigassificazione ai livelli di normale operatività con le pompe HP).

✓ **Modalità Zero Send Out**

Tale modalità considera i periodi in cui non si svolge l'attività di rigassificazione all'interno del Terminale.

In questo assetto, onde consentire il mantenimento a temperatura criogenica del modulo di rigassificazione, una quantità molto esigua di GNL viene fatta circolare all'interno delle pompe e delle linee principali per una portata complessiva di circa 50 m³/h (0,035 t/h). Si specifica tuttavia che all'interno dei vaporizzatori non vi è passaggio di GNL, e dunque non vi è gas naturale immesso in rete.

In questa modalità tutto il BOG formatosi nei serbatoi viene inviato al sistema di recupero tramite i compressori LD, e viene bruciato in caldaia per produrre il vapore necessario alla produzione di energia elettrica per l'auto-sostentamento del Terminale. Tale assetto è anche propedeutico al raffreddamento dei vaporizzatori nelle successive fasi di Micro Send Out e Send Out in tempi relativamente brevi (4-5 ore), tramite l'utilizzo delle pompe SHPP.

✓ **Modalità Unloading**

Tale modalità risulta caratterizzata dalla contemporanea presenza della nave metaniera che rifornisce GNL al Terminale e dalla rigassificazione con invio a terra del gas naturale (modalità di Send out). Durante questa fase vi è una produzione di BOG maggiore dovuta alla movimentazione del GNL che viene controllato e recuperato con un sistema dedicato costituito da un BOG compressor e da un recipiente di raccolta (ricondenser) dove viene appunto ricondensato. Questa operazione di ricondensazione è fattibile solo se esiste al momento anche una condizione di Send Out, ciò facendo è possibile recuperare e ricondensare una quantità massima di 24 t/h di gas che altrimenti andrebbe bruciato alle caldaie.

✓ **Modalità Warm** (regasification plant warm and tank cold)

Il Terminale in questa modalità funziona puramente come stoccaggio e mantenimento in condizioni criogeniche del GNL, che resta all'interno dei serbatoi e non viene inviato al modulo di rigassificazione che risulta caldo.

In questa modalità tutto il BOG formatosi nei serbatoi viene inviato al sistema di recupero tramite i compressori LD, e viene bruciato in caldaia per produrre il vapore necessario alla generazione di energia elettrica per l'auto-sostentamento del Terminale.

3.4 SERVIZIO SSLNG

Come descritto in precedenza, OLT prevede la conclusione dei lavori per la realizzazione degli interventi finalizzati a consentire il servizio Small Scale sul Terminale, legati al sistema di ormeggio ed allo scarico del GNL (si veda lo schema nella seguente figura) entro la fine del 2021.

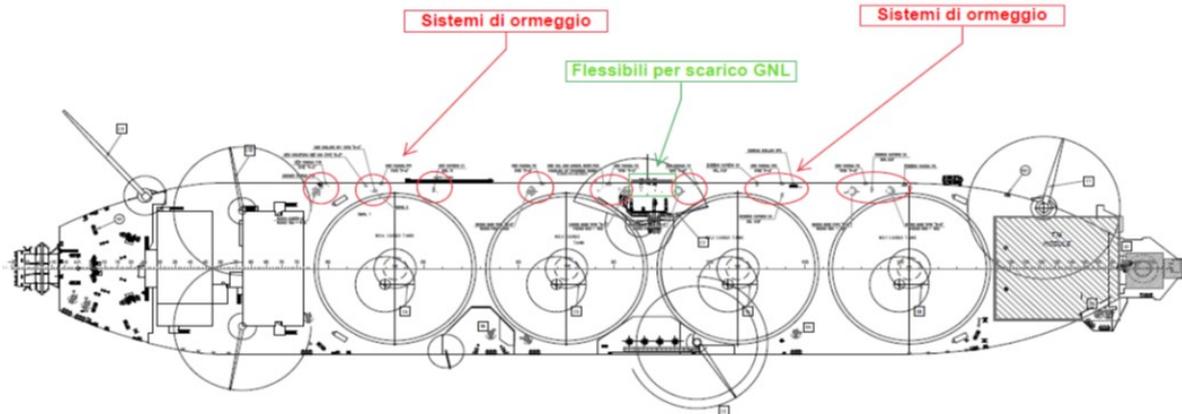


Figura 3.6: FSRU dopo modifiche SSLNGC

Di seguito sono descritti i principali sistemi dedicati al servizio.

Il sistema di ormeggio per l'accosto delle SSLNGC, situato sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU, è principalmente costituito da:

- ✓ punti di ormeggio della FSRU;
- ✓ linee di ormeggio passate dalla SSLNGC al Terminale (cavi);
- ✓ parabordi (*fender*).

Le SSLNGC sono a loro volta dotate dei propri accessori di ormeggio (bitte, verricelli, ecc.), variabili a seconda della tipologia costruttiva.

Il layout di ormeggio, riportato nella figura seguente, è stato progettato sulla base dei principi delle linee guida OCIMF (*Mooring Equipment Guidelines*) e delle specifiche RINA (*Rules for the Classification of Floating Offshore Units Intended at Fixed Locations and Mobile Offshore Drilling Units*) ed è stato definito nell'ottica di minimizzare gli impatti sul sistema di ormeggio esistente (*port side*) della FSRU.

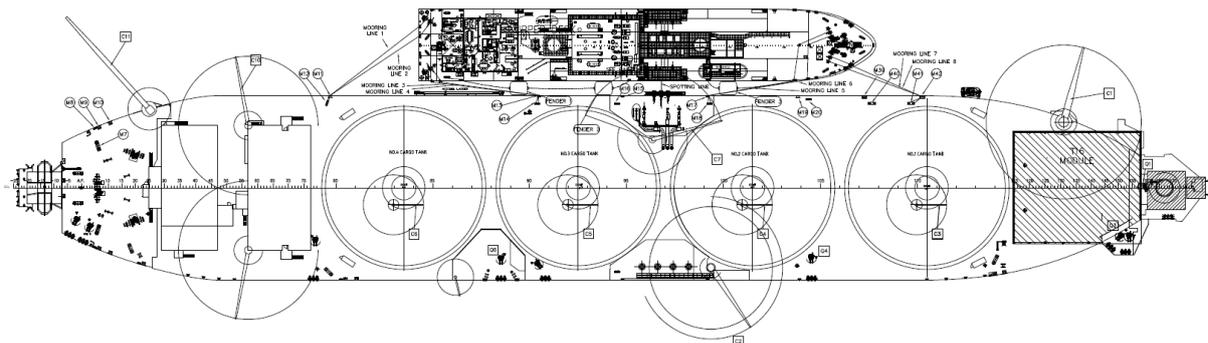


Figura 3.7: Layout del Sistema di Ormeggio per SSLNGC

Il sistema di trasferimento del GNL sul fianco sinistro della FSRU, opportunamente modificato, consente sia il caricamento (*loading*) delle SSLNGC per la successiva distribuzione via mare, che lo scarico (*unloading*) delle stesse qualora vi sia la necessità di rifornire il Terminale del GNL necessario alla produzione di energia elettrica nel caso di assenza di utenti per lunghi periodi.

Per le operazioni di *loading* delle SSLNG, il GNL stoccato nei serbatoi del Terminale viene inviato, tramite il sistema di pompaggio esistente (*cargo pumps*), al collettore (*manifold*) ubicato sul fianco sinistro (*port side*) della FSRU e successivamente ai serbatoi delle SSLNGC mediante tubazioni criogeniche (*cryogenic hoses*). In particolare, è stato predisposto il collegamento di No. 3 manichette (No.2 per il Gas Naturale Liquefatto e No.1 per il vapore di

ritorno) in configurazione Liquido Vapore Liquido in accordo alla “SIGTTO - Recommendations for Liquefied Gas Carrier Manifolds - 2018”.

Il Gas Naturale Liquefatto viene pompato dai Cargo Tanks” mediante le “Cargo Pumps” della FSRU verso la SSLNGC ricevendo, dallo spazio di testa dei serbatoi di quest’ultima nave, GN allo stato gassoso (Boil Off Gas – BOG) che viene immesso nel sistema di fuel gas del Terminale.

Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento all’interno dei serbatoi della SSLNGC viene inviato, tramite un sistema di controllo della pressione (*pressure control*), alla linea vapore (*vapour header*) della FSRU e poi al sistema *fuel gas* della FSRU.

Nel caso di *offloading* delle SSLNGC, si ha l’operazione inversa ovvero il GNL viene trasferito tramite le pompe delle SSLNGC verso i serbatoi della FSRU tramite il collettore (*manifold*) ubicato sul fianco sinistro (*port side*) e le tubazioni criogeniche. Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento viene inviato dai serbatoi della FSRU al sistema *fuel gas*, mentre i quantitativi in eccesso sono inviati ai serbatoi della SSLNGC per compensarne le variazioni di volume.

Il sistema di trasferimento del GNL è progettato per un flusso di 900 m³/h di GNL.

Nel seguito si illustrano gli schemi di processo del sistema di trasferimento del GNL dalla FSRU alla SSLNGC e viceversa.

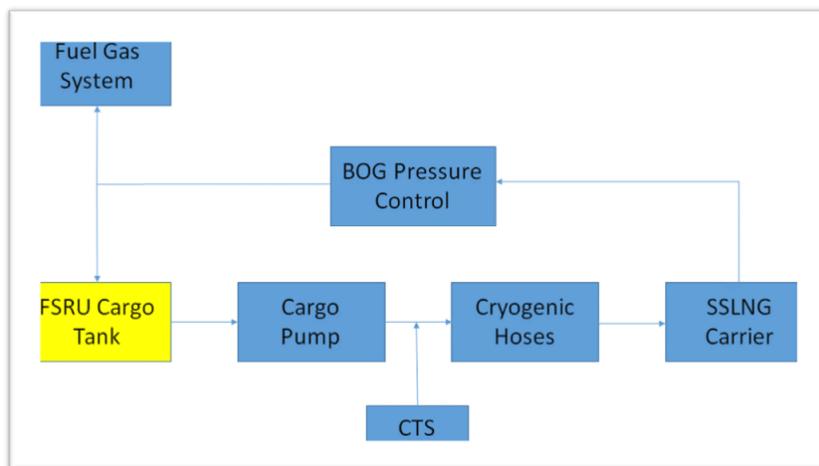


Figura 3.8: Schema di Processo del Sistema di Trasferimento GNL dalla FSRU alle SSLNGC

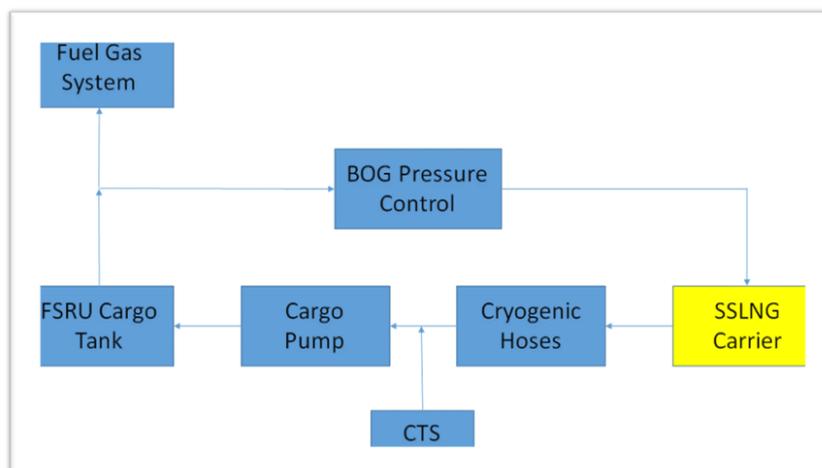


Figura 3.9: Schema di Processo del Sistema di Trasferimento dalle SSLNGC alla FSRU

Le tubazioni criogeniche vengono inertizzate prima della loro disconnessione, in modo da evitare rischi di rilascio GNL e vapori, tramite flussaggio di azoto fornito dal sistema della FSRU.

I sistemi di sicurezza relativi alle operazioni di trasferimento GNL sono integrati nel sistema di *Emergency Shutdown* (ESD) installato a bordo del Terminale.

Per la misura commerciale del GNL trasferito alle SSLNGC è installato un *Custody Transfer System* (CTS) dedicato: durante le operazioni di trasferimento viene effettuata la misura fiscale del flusso e della qualità del GNL trasferito dalla FSRU alle SSLNGC. In aggiunta, a valle del collettore (*manifold*) della FSRU, è installata la strumentazione per la misura non fiscale della pressione, della temperatura e del flusso di GNL e BOG.

Si evidenzia infine che, per quanto riguarda gli scarichi, l'implementazione del servizio Small Scale ha previsto la riattivazione dell'impianto esistente dell'acqua di cortina (scarico SF33) sul fianco sinistro (*port side*) del Terminale per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante le fasi di scarico del GNL.

3.5 MEZZI NAVALI A SERVIZIO DEL TERMINALE

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei mezzi navali a servizio del Terminale:

3.5.1 Metaniere

Il Terminale, tramite il sistema di carico, può essere approvvigionato da navi metaniere di capacità variabile. Allo stato attuale la capacità autorizzata per le navi metaniere è una capacità di carico compresa tra 65,000 m³ e circa 180,000 m³ (navi di classe "New Panamax"), come da Provvedimento MATTM n. DVA-2015-0000398 del 9/11/2015 di esclusione dalla procedura di VIA, e come da Autorizzazione della Capitaneria di Porto di Livorno prot. U.0015748 del 14 Aprile 2016.

Il provvedimento MATTM No. DVA-2015-0000398/2015 alla Prescrizione A.2 stabilisce in particolare che: *"il numero degli accosti annui delle navi metaniere necessari per approvvigionare il Terminale non potrà essere superiore a 59 accosti all'anno già autorizzati con DEC VIA n. 1256 del 15 dicembre 2004 e successivi, nel caso che vengano impiegate navi metaniere di capacità compresa tra 65,000 mc e 155,000 mc, e n. 48 accosti all'anno nel caso che vengano impiegate navi di classe "New Panamax"*.

Si evidenzia che tale prescrizione viene rispettata dal Terminale ed il rispetto di tale prescrizione è controllato dalla Capitaneria di Porto di Livorno come richiesto da provvedimento MATTM No. DVA-2015-0000398/2015.

Il rispetto della prescrizione in oggetto è confermato altresì dalla Prescrizione No.1 di cui al Parere della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS No. 3216 del 6 Dicembre 2019 richiamato dal Decreto di Esclusione dalla VIA No. 229 del 27 Luglio 2020 per le modifiche relative all'implementazione del servizio SSLNG, la quale stabilisce che *"dovranno continuare ad essere rispettate tutte le prescrizioni già espresse nei decreti precedenti"*.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche emissive delle navi metaniere da 155,000 m³ e delle navi "New Panamax" e la stima delle emissioni annue di NOx considerando il numero massimo di accosti autorizzato, pari rispettivamente a 59 e a 48.

Tabella 3.4: Metaniere, Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NOx

Fasi	Durata [h]	Navi metaniere 155,000 m ³		Navi metaniere "New Panamax"	
		Energia richiesta [MWh]	Emissioni NOx [t/approdo]	Energia richiesta [MWh]	Emissioni NOx [t/approdo]
Avvicinamento	0.25	1.3	0.001	1.3	0.002
Ormeggio	0.75	1.2	0.001	1.0	0.001
Ormeggio senza scarico	9	14.4	0.014	11.7	0.015
Scarico	12	37.2	0.037	30.0	0.039

Fasi	Durata [h]	Navi metaniere 155,000 m ³		Navi metaniere “New Panamax”	
		Energia richiesta [MWh]	Emissioni NO _x [t/approdo]	Energia richiesta [MWh]	Emissioni NO _x [t/approdo]
Disormeggio	0.75	1.2	0.001	1.0	0.001
Allontanamento	0.25	3.8	0.004	2.8	0.004
Totale/Approdo	23	59	0.059	48	0.062
Totale (ton/anno)		3.5		3 (considerando 48 accosti) 3.7 (considerando 59 accosti)	

Si evidenzia che, ai fini delle simulazioni di dispersione degli inquinanti in atmosfera, come già effettuato in occasione della procedura di esclusione dalla VIA per le modifiche legate all'implementazione del servizio SSLNG (Doc. No. P0009025-H1 rev.0 Dicembre 2018) cautelativamente è stato considerato uno scenario conservativo e non reale caratterizzato dalle navi metaniere “New Panamax,” alle quali è associata una emissione massima pari a 0.062 t/accosto e **3.7 t/anno**, quest'ultimo dato derivante da No. 59 accosti (come sopra indicato, la prescrizione A2 del DVA-2015-0000398/2015 prevede invece 48 accosti annui nel caso delle “New Panamax”).

Si precisa pertanto che il valore complessivo pari a 3.7 t/anno, utilizzato negli scenari emissivi delle simulazioni modellistiche, si riferisce al valore emissivo **più conservativo**, nel rispetto del valore limite annuale massimo di emissioni complessive di NO_x di 100 t/anno prescritto con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012.

3.5.2 Small Scale LNG Carriers (SSLNGC)

Come stabilito dal Decreto di Esclusione dalla VIA No. 229 del 27 Luglio 2020, il Terminale, in aggiunta alle attività di rigassificazione, è autorizzato al servizio di distribuzione del GNL via mare tramite navi metaniere di piccola taglia (Small Scale LNG Carriers - SSLNGC).

Nel seguito sono riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto delle unità SSLNGC.

Tabella 3.5: SSLNGC, Caratteristiche Emissive

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	2	15	1
Flusso NO _x	g/s	2.08	1.59	3.00

In considerazione di quanto stabilito dalla Prescrizione No. 3 del Decreto di Esclusione dalla VIA per l'implementazione del servizio SSLNG Prot. No. 229 del 27 Luglio 2020, in base al quale il numero di accosti di SSLNGC deve essere ricompreso all'interno del numero attualmente autorizzato di 59 accosti di navi metaniere di capacità compresa tra i 65,000 m³ ed i 155,000 m³, le emissioni annue di NO_x dalle SSLNGC si considerano ricomprese nel valore di 3.7 t/anno, calcolato conservativamente per No. 59 accosti di navi “New Panamax”, come descritto nel precedente Paragrafo 3.5.1.

3.5.3 Rimorchiatori

Tutte le operazioni di avvicinamento, approdo e disormeggio delle navi metaniere che consegnano il GNL al Terminale avvengono in conformità alle prescrizioni dell'Ordinanza No. 6 del 29 Gennaio 2014 della Capitaneria di Porto di Livorno. Essa prevede all'art. 18 la presenza di No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio e di No. 2 rimorchiatori durante la fase di disormeggio; ciò si traduce nell'utilizzo di tre rimorchiatori, di cui due sempre presenti durante tutte le fasi, mentre un terzo presente esclusivamente per la manovra di ormeggio.

Nella tabella seguente sono riportati i dati emissivi relativi ai 2 rimorchiatori presenti in tutte le fasi e la stima delle emissioni annue di NO_x, considerando il numero massimo autorizzato di No. 59 accosti di navi metaniere. Viene inoltre riportata la stima delle emissioni totali in caso di impiego di 3 rimorchiatori.

Tabella 3.6: Rimorchiatori (Metaniere), Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NO_x

Caratteristica	Unità di Misura	Avvicinamento	Attracco + Disormeggio e Allontanamento	Scarico	Avvicinamento dal/al porto
Durata	h	0.25	1.75	21	2
Flusso NO _x	g/s	3.9	2.1	0.2	7.4
Emissioni NO _x (per fase, per 59 accosti)	t/anno	0.41	1.56	1.78	6.29
TOTALE riferito ai 2 rimorchiatori presenti in tutte le fasi (t/anno)					10.0
TOTALE riferito ai 3 rimorchiatori (t/anno)					10.2⁽¹⁾

Note:

- (1) Il contributo emissivo di NO_x del terzo rimorchiatore è imputabile alla sola fase di ormeggio ed è pari all'1.6% rispetto al totale (10 t/anno). Il valore è calcolato moltiplicando la frazione di utilizzo del terzo rimorchiatore rispetto alle ore totali di utilizzo degli altri rimorchiatori (0.75h/23h) con il valore emissivo totale per un rimorchiatore (5 t/anno). Tale valore è sovrastimato in considerazione della minor potenza di tiro del terzo rimorchiatore rispetto ai primi due presenti in tutte le fasi di accosto.

Nella tabella seguente è inoltre riportata la tabella riepilogativa dei dati emissivi riferiti al rimorchiatore previsto a supporto delle operazioni di manovra delle SSLNGC.

Tabella 3.7: Rimorchiatori (SSLNGC), Caratteristiche Emissive

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento	Avvicinamento dal/al porto
Durata	h	2	15	1	2
Flusso NO _x	g/s	0.2	0.2	0.2	3.9

Analogamente a quanto riportato per le SSLNGC, anche per i relativi rimorchiatori di supporto le stime di emissioni annue di NO_x si considerano ricomprese nel valore complessivo di 10.2 t/anno, calcolato considerando 3 rimorchiatori riferiti ad un numero massimo di No. 59 accosti di metaniere e quindi ampiamente conservativo, come descritto nel precedente Paragrafo 3.5.3.

3.5.4 Nave di Sorveglianza

Oltre ai rimorchiatori, per ragioni di sicurezza e in ottemperanza alle disposizioni delle Autorità competenti, nell'area circostante il Terminale è presente (24 ore al giorno, 365 giorni all'anno) un'imbarcazione di sorveglianza (*Guardian Vessel*), che pattuglia costantemente la zona di esclusione monitoraggio/interdizione alla navigazione per evitare che altre imbarcazioni non coinvolte nelle operazioni del Terminale si avvicinino a quest'ultimo.

Nel seguito sono riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa della nave di sorveglianza e le emissioni annue di NO_x.

Tabella 3.8: Nave di Sorveglianza, Caratteristiche Emissive ed Emissioni Annue di NOx

Caratteristica	Unità di Misura	Stand-by	Zona di Interdizione
Durata	h	23	1
Flusso NO _x	g/s	0.2	3.8
TOTALE (t/anno)			10

3.6 AREE DI INTERDIZIONE E MONITORAGGIO

Si evidenzia che il Terminale, così come stabilito nell'Ordinanza No. 137/2013, è circondato da:

- ✓ un'area di interdizione alla navigazione, con raggio pari a 2 miglia nautiche, dove è vietata la navigazione, la sosta, l'ancoraggio, la pesca nonché qualunque altra attività di superficie o subacquea;
- ✓ un'area di limitazione, a traffico disciplinato, contigua alla precedente e compresa tra 2 e 4 miglia nautiche, nella quale è vietato qualunque tipo di attività fatto salvo il passaggio in transito ad una velocità che non sia superiore ai 10 nodi;
- ✓ un'area di preavviso, contigua alla precedente e compresa tra 4 e 8 miglia nautiche, nella quale è consentita la sosta solo per comprovate necessità e/o emergenze comunicando immediatamente alla Sala Operativa della Capitaneria di Porto di Livorno le motivazioni che hanno determinato tale condotta.

4 EVOLUZIONE DEL MERCATO DEL GNL E SMALL SCALE

4.1 CONTESTO INTERNAZIONALE

La pubblicazione *“International Gas Union – 2020 World LNG Report”* delinea una panoramica a livello mondiale sull'industria del GNL aggiornata al 2019.

In particolare, evidenzia come per il sesto anno consecutivo, il commercio globale del GNL sia risultato in crescita, con 354.73 milioni di tonnellate (mln ton), il 13% in più rispetto al 2018.

La maggior parte dei volumi esportati aggiuntivi nel 2019 proveniva dai mercati di esportazione esistenti: Stati Uniti (+13.1 mln ton), Australia (+8.7 mln ton) e Russia (+11 mln ton). Il Qatar è riuscito a mantenere la sua posizione di maggiore esportatore al mondo (77.8 mln ton), seguito dall'Australia (75.4 mln ton). Gli Stati Uniti (33.8 mln ton) e la Russia (29.3 mln ton), hanno superato la Malesia (26.2 mln ton) e sono ora terzo e quarto esportatore mondiale. L'Asia del settore Pacifico ha continuato la sua crescita come la più grande regione di esportazione (131.7 mln ton).

Solo tre mercati hanno registrato un calo rispetto al 2018: l'Indonesia (-2.7 mln ton), la Guinea equatoriale (-0.65 mln ton) e la Norvegia (-0.45 mln ton).

Nessun nuovo importatore è stato aggiunto all'elenco nel 2019. Tuttavia, i nuovi importatori più recenti hanno ulteriormente aumentato le importazioni nel 2019, come Bangladesh, Pakistan, Polonia e Panama. I maggiori aumenti delle importazioni si sono verificati in Europa, con Regno Unito, Francia, Spagna, Paesi Bassi, Italia e Belgio che rappresentano la maggior parte delle importazioni aggiuntive (+32 mln ton). I mercati asiatici e asiatici del Pacifico che hanno contribuito al commercio globale sono stati Cina, India e Malesia. Le maggiori regioni importatrici, in linea con quanto accaduto nel 2018, sono state Asia settore Pacifico (131.7 mln ton) e Asia (114.5 mln ton).

La capacità di liquefazione globale ha continuato a crescere in modo significativo nel 2019, per un totale di 42.5 MTPA (milioni di tonnellate l'anno) in capacità aggiuntiva.

Allo stesso modo, la capacità globale di rigassificazione è cresciuta durante lo scorso anno, raggiungendo un totale di 821 MTPA a Febbraio 2020. Con un'espansione totale della capacità di rigassificazione di 23.4 MTPA, il 2019 ha segnato il secondo anno consecutivo in cui gli incrementi della capacità di rigassificazione sono stati superati dagli incrementi della capacità di liquefazione. Sei nuovi terminali hanno iniziato a importare carichi di GNL e i progetti di espansione in tre terminali esistenti sono stati completati con successo.

Una quota significativa della capacità aggiuntiva di rigassificazione è stata data dalle regioni dell'Asia e dell'Asia del Pacifico, contribuendo per un totale di 14.2 MTPA in capacità di ricezione, riaffermando lo status di tali regioni come fonte di crescita della domanda.

Nel mese di Febbraio 2020, erano 37 i mercati dotati di capacità di ricezione di GNL. Seguendo l'aumento del commercio globale di GNL, si prevede l'espansione della capacità di rigassificazione nelle regioni consolidate e in una serie di nuovi mercati, entrambi i quali stanno registrando picchi nella domanda di gas. A Febbraio 2020 risultavano in costruzione 120.4 MTPA di nuova capacità di rigassificazione, inclusi 14 nuovi terminali a terra, 12 unità di stoccaggio e rigassificazione galleggianti (FSRU) e sette progetti di espansione presso i terminali di ricezione esistenti.

La capacità di rigassificazione nei terminali operativi offshore ha registrato un aumento di 13 MTPA attraverso la costruzione di tre terminali galleggianti di nuova costruzione nei porti in Brasile (Sergipe), Giamaica (Porto Vecchio) e Bangladesh (Moheshkhali (Summit)), nonché il noleggio di un FSRU sostitutivo con capacità di ricezione più ampie in un mercato esistente - Turchia (Etki).

Oltre il 2020, si prevede che altri nuovi importatori come El Salvador, Croazia e Cipro, aggiungeranno i loro primi terminali di rigassificazione attraverso strutture offshore.

Con particolare riferimento al mercato europeo del gas, questo continuerà a considerare le importazioni di GNL come un modo per diversificare la propria fornitura di gas naturale. Con l'espansione dei progetti di esportazione del bacino atlantico degli Stati Uniti, il GNL sta difatti diventando una fonte di approvvigionamento sempre più praticabile. La capacità del terminale di ricezione europeo sottoutilizzata e lo sviluppo di capacità aggiuntiva, soprattutto attraverso nuovi progetti, riduce i vincoli fisici alla fornitura di GNL.

I nuovi limiti di zolfo dello 0.5% nei combustibili marini, inoltre, in vigore dal 1° Gennaio 2020 come disposto dalla International Maritime Organization (IMO), rappresentano un importante impulso all'utilizzo del GNL come combustibile grazie al fatto che esso risponde a tale esigenza.

Una tale evoluzione dell'offerta di GNL è certamente sinergica con lo sviluppo delle infrastrutture Small Scale LNG (SSLNG), ovvero impianti di stoccaggio e soluzioni per la distribuzione e rifornimento di "piccola taglia" del metano liquido che stanno supportando la diffusione degli utilizzi del gas naturale anche in settori non tradizionali, quali trasporti terrestri pesanti su lunga distanza, trasporti marittimi, impianti industriali off grid, reti isolate. Queste infrastrutture richiedono infatti rifornimenti di dimensioni minori e più flessibili rispetto ai grandi impianti di stoccaggio e rigassificazione.

Lo SSLNG si definisce come la modalità attraverso la quale il GNL viene gestito in piccole/medie quantità direttamente in forma liquida. In tale ambito i servizi relativi allo SSLNG includono diversi segmenti di una filiera che coinvolge vari soggetti/operatori.

I servizi di tipo SSLNG già in essere o in fase di studio possono essere forniti mediante le seguenti infrastrutture (o installazioni):

- ✓ Terminali di rigassificazione, che offrono prevalentemente i seguenti servizi:
 - Re-loading, ossia trasferimento di GNL dai serbatoi del terminale a navi metaniere,
 - caricamento di GNL su navi bunker (bettoline/shuttle),
 - caricamento di GNL su autobotti (o ISO container),
 - caricamento di GNL su vagoni-cisterna ferroviari;
- ✓ SSLNG carriers, che a loro volta riforniscono navi alimentate a GNL (bunkeraggio) o stoccaggi locali costieri;
- ✓ mini impianti di liquefazione per la trasformazione in GNL del gas naturale proveniente dalla rete, utilizzati per rifornire autobotti (o ISO container) e/o bettoline/navi shuttle per impianti costieri;
- ✓ autobotti (o ISO container), che a loro volta riforniscono navi alimentate a GNL (bunkeraggio) o stoccaggi locali;
- ✓ stoccaggi locali, riforniti da autobotti (o ISO-container) e/o bettoline/shuttle (se stoccaggi costieri) e utilizzati per:
 - caricamento di autobotti (o ISO-container) e/o di bettoline,
 - impianti di rifornimento costieri per navi alimentate a GNL (bunkeraggio),
 - impianti di rifornimento di autoveicoli alimentati a GNL o a GNC,
 - depositi satellite di stoccaggio per usi industriali o civili.

Qui di seguito viene schematizzata la filiera con il dettaglio delle attività sopra elencate. Lo schema riporta anche il rifornimento di treni alimentati a GNL, tipologia di rifornimento ad oggi non esistente in nessuna delle realtà europee analizzate.

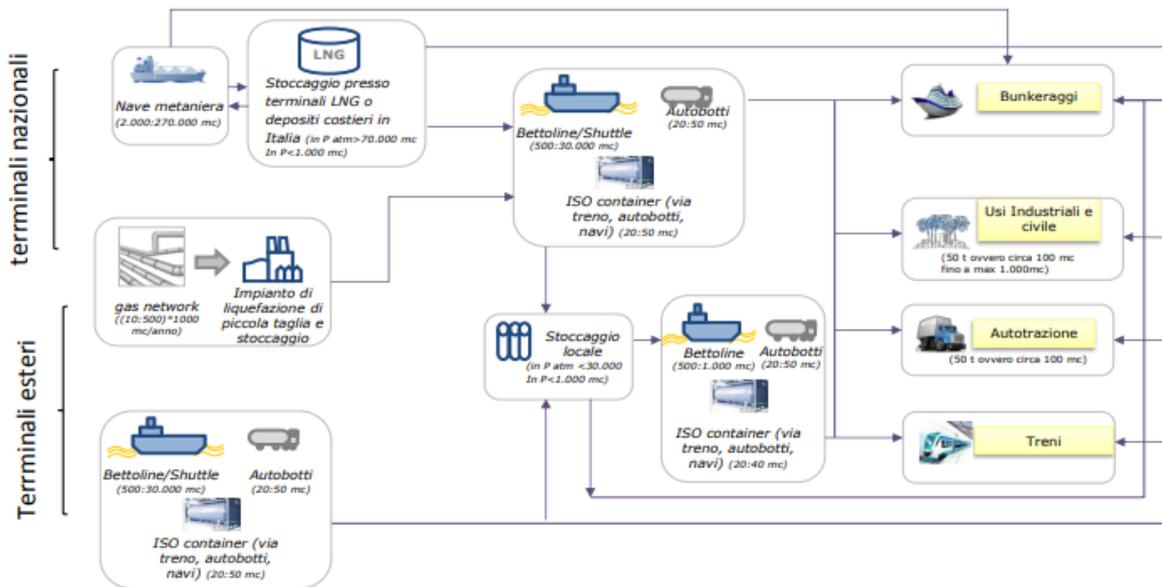


Figura 4.1: Schema di Filiera

Nonostante la crisi dovuta alla diffusione del COVID-19 nel 2020 in Italia i consumi diretti di GNL sono aumentati, superando, secondo le rilevazioni di REF-E le 130,000 tonnellate con impatto della pandemia stimato in circa 40,000 tonnellate di mancati consumi in confronto alle attese di fine 2019. A trainare la crescita sono stati principalmente i volumi distribuiti per il trasporto pesante. Continua inoltre la crescita infrastrutturale, come segnalato in precedenza, con l'aumento dei distributori abilitati a fornire GNL. Aumentano anche le utenze off-grid (+6) e le reti isolate (+2) grazie anche alla trasformazione a GNL della prima rete cittadina in Sardegna.

Questi diversi elementi, se si considerano anche l'accelerazione della regolazione europea verso un percorso di decarbonizzazione sempre più deciso e i fondi del Recovery Plan che saranno in parte dedicati all'acquisto di autobus e traghetti alimentati a GNL, portano a prevedere un recupero dei volumi persi e incrementi nell'ordine del 40% per i prossimi 3 anni.

4.2 SMALL SCALE IN EUROPA

Lo SSLNG si sta sviluppando sempre più in Europa, insieme allo sviluppo di soluzioni tecnologiche che stanno consentendo anche riduzioni dei costi di realizzazione ed una sempre maggiore sicurezza.

Nella Direttiva 2012/33/UE sull'utilizzo di carburanti alternativi per ridurre le emissioni inquinanti nel settore dei trasporti, il GNL è stato considerato uno dei potenziali combustibili da utilizzare.

La strategia energetica dell'Unione Europea, come espresso dalla Commissione nella Comunicazione No. 49 del 16 Febbraio 2016, propone di sfruttare il potenziale del GNL e del relativo stoccaggio per rendere il sistema europeo del gas maggiormente diversificato e flessibile, contribuendo in tal modo al raggiungimento dell'obiettivo chiave di forniture di gas sicure e competitive.

La Tabella seguente riassume i risultati di uno studio svolto dal Gas Infrastructure Europe (GIE) sullo stato dell'arte dei servizi SSLNG in Europa nel 2020 (Small Scale LNG Map, Giugno 2020).

Il GIE è un'organizzazione che raccoglie in circa 26 Paesi europei 69 operatori del settore sui progetti avviati in ambito europeo nel settore dello SSLNG.

Tabella 4.1: Numero di Terminali LNG che offrono servizi Small Scale in Europa per Tipologia di Servizio (GIE, 2020)

Tipologia di Servizio Small Scale offerta su Terminali LNG	Status al Giugno 2020 (escluse le autobotti)		
	In esercizio	In costruzione	Annunciati o in studio
Rigassificazione (Small Scale)	9	2	7
Reloading (Small Scale)	17	9	23
Truck loading	25	6	22
Ship fueling	29	6	25
Rail loading	-	1	8

Tra le installazioni per le quali è previsto il servizio di *reloading*, come sarà descritto nel paragrafo seguente in merito al Quadro Strategico Nazionale, c'è anche il Terminale di rigassificazione offshore "FSRU Toscana".

4.3 IL QUADRO STRATEGICO NAZIONALE

In Italia il mercato del gas è stato teatro di profondi cambiamenti negli ultimi anni.

A seguito della crisi economica del 2009 si è registrato, infatti, un calo significativo della domanda di gas sia in Europa che in Italia. Si è passati da un mercato con una prevalenza di contratti di approvvigionamento e rigassificazione di lungo periodo ad un aumento di transazioni di breve periodo di tipo "spot" e "short-term", nella direzione di un mercato flessibile e dinamico.

La Direttiva 2014/94/UE (DAFI - *Deployment of alternative fuels infrastructure*) ha previsto, per ogni Stato membro, l'adozione di un quadro strategico nazionale per lo sviluppo del mercato per quanto riguarda i combustibili alternativi, tra cui il GNL, nel settore dei trasporti e la realizzazione della relativa infrastruttura.

Con il Decreto Legislativo No. 257 del 16 Dicembre 2016, l'Italia ha recepito la Direttiva DAFI e ha adottato il Quadro Strategico Nazionale; la norma prevede che il QSN sia aggiornato con cadenza triennale.

L'Allegato III – Sezione C del Decreto contiene il “*Quadro Strategico Nazionale per lo sviluppo del mercato, per quanto riguarda i combustibili alternativi nel settore dei trasporti marittimi e interni e la realizzazione della relativa infrastruttura*”.

Il Piano evidenzia che la distribuzione di GNL in Italia rappresenta un'attività strategica per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione e per la riduzione delle emissioni di sostanze pericolose per l'ambiente e per la salute dei cittadini.

Come già evidenziato al Paragrafo 2.4.1, la Strategia Energetica Nazionale (SEN), adottata con DM del Ministero dello Sviluppo Economico e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nel mese di Novembre 2017, con l'obiettivo di aumentare la competitività, la sostenibilità e la sicurezza del sistema energetico nazionale, ha evidenziato inoltre come il GNL rappresenti il combustibile su cui puntare ed ha sancito l'importanza strategica di avere un numero di terminali di rigassificazione con una capacità tale da permettere di ridurre la dipendenza dai Paesi Produttori ai quali l'Italia è legata tramite gasdotti; ciò permetterebbe una flessibilità maggiore di approvvigionamento da diverse fonti per ottenere prezzi più vantaggiosi.

La Strategia mette inoltre in evidenza come il raggiungimento di una distribuzione efficiente ed efficace di GNL passi necessariamente per la realizzazione di infrastrutture, opportunamente dislocate sul territorio nazionale, capaci di rendere disponibile il caricamento delle autobotti con il prodotto in forma liquida.

Il Piano ha valutato la necessità di installare punti di rifornimento per il GNL nei porti anche all'esterno della rete centrale della TEN-T e ha contemplato la necessità di individuare 2 o 3 siti portuali idonei per la realizzazione di depositi e rigassificatori, al fine di creare, in previsione di un utilizzo importante e diffuso del GNL, strutture di distribuzione per i corridoi Tirrenico ed Adriatico nonché per la rotta da Suez a Gibilterra.

La valutazione dell'opportunità di inserire i porti nella rete di distribuzione del GNL è stata fatta sulla base:

- ✓ della presenza o meno nel porto di servizi di stoccaggio e distribuzione di combustibili tradizionali siano essi finalizzati ai mezzi di trasporto o ad altro utilizzo;
- ✓ della sostenibilità dello sviluppo delle necessarie infrastrutture per il GNL in termini di investimento economico, domanda prevista e prospettica, accessibilità per i mezzi di trasporto che fruirebbero e disponibilità di spazi atti alle operazioni di buncheraggio.

I porti “Core” individuati dal Piano, sulla base dei punti sopra esposti, sono stati divisi in tre gruppi, a seconda della posizione ed in base alla possibilità di rifornimento da terminali esistenti o previsti:

- ✓ Tirreno Settentrionale (rifornimento dal Terminale di Rigassificazione offshore OLT “FSRU Toscana” e dal Terminale di GNL Italia di Panigaglia): Genova, Livorno, La Spezia;
- ✓ Nord Adriatico (rifornimento dal Terminale di Rovigo): Venezia, Ravenna, Ancona, Trieste;
- ✓ Mari del Sud Italia (rifornimento di combustibile da un terminale presunto nel Sud Italia): Napoli, Palermo, Bari, Gioia Tauro, Taranto.

L'opportunità di utilizzare i serbatoi dei terminali di rigassificazione, o in senso lato i terminali di rigassificazione, per effettuare, insieme al servizio base, anche le attività di stoccaggio e di rifornimento del GNL dipende fortemente dalla tipologia di servizio che si vuole fornire e dalle caratteristiche dei terminali stessi.

Nel 2020 il Piano prevede che siano operativi i seguenti depositi relativi al:

- ✓ Terminale di rigassificazione Livorno (OLT) (oggetto del presente Studio);
- ✓ Terminale di rigassificazione di Panigaglia;
- ✓ Terminale di rigassificazione Rovigo.

Nel 2025 potrebbe entrare in esercizio un terminale di rigassificazione, nel Sud Italia, oppure potrebbe essere realizzato un terminale di ricezione. Al 2030, se le condizioni riguardanti il quadro regolatorio e quello fiscale saranno favorevoli, è auspicabile la realizzazione sul territorio nazionale di un'infrastruttura per la ricezione e utilizzazione del GNL, con installazione di apparecchiature sufficienti a coprire un volume globale di mercato di 3.2 Mton (4 Mtep). Un'ipotesi abbastanza verosimile potrebbe prevedere: No.5 depositi costieri di GNL da 30,000 – 50,000 m³; No.3 navi di cabotaggio da 25,000 – 30,000 m³; No.4 bettoline; circa 800 stazioni di servizio GNL, anche con L-CNG (come riportato nel Quadro Strategico Nazionale- Allegato III al Decreto Legislativo No. 257 del 16 Dicembre 2016).

In questo scenario, il Terminale “FSRU Toscana” potrà svolgere un ruolo decisivo nel mercato dello SSLNG per la versatilità e la posizione strategica dell’impianto.

Come già evidenziato nel Paragrafo 2.4.2, infine, **il Terminale di OLT risulta un tassello fondamentale della nascente filiera legata all’approvvigionamento di GNL della Regione Sardegna**, attraverso le bettoline spola, come previsto dal Decreto Semplificazioni emesso a Settembre 2020, all’art. 60 comma 6.

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO E INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

5.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto proposto consiste nell'incremento del numero di accosti annuo di bettoline fino ad un massimo di No. 122, al fine di svolgere il servizio SSLNG nel modo più flessibile ed efficiente possibile. Le bettoline saranno della stessa tipologia di quelle attualmente autorizzate (Paragrafo 5.1.1). Il numero di accosti proposto è stato accertato tramite uno studio dedicato svolto da DNV, e di cui si riporta una sintesi nel successivo Paragrafo 5.1.2.

5.1.1 Small Scale LNG Carriers (SSLNGC)

Le SSLNGC previste in aggiunta a quelle attualmente autorizzate per la distribuzione via mare del GNL avranno le stesse caratteristiche dimensionali e la stessa capacità di carico, compresa tra 3,000 m³ e 15,000 m³.

Nel seguito si riportano le immagini di due SSLNGC tipo, ossia:

- ✓ Pioneer Knutsen;
- ✓ Coral Methane.



Figura 5.1: Pioneer Knutsen



Figura 5.2: Coral Methane

5.1.2 Studio DNV GL

Al fine di quantificare il numero massimo di slot ricevibili per il servizio SSLNG, è stata svolta da DNV GL un'analisi utilizzando un modello dinamico basato su simulazioni Monte Carlo che genera scenari di programmazione delle scariche annuali prendendo come input, tra gli altri, i dati meteo marini reali (onda e vento) misurati in area FSRU durante il quadriennio 2013-2017. Lo scenario finale comprensivo delle navi SSLNG si sviluppa dunque partendo da quello di base, ovvero quello costituito da un numero di slot di 155,000 m³ pari a 41.

L'obiettivo dell'analisi è stato quello di accertare quale fosse il numero massimo di slot di scarica SSLNG caricabili dal GNL consegnato, senza impattare sul servizio di rigassificazione. Per fare ciò, oltre all'acquisizione puntuale

delle informazioni meteo marine sopra citate, sono stati inglobati all'interno del modello i vincoli e le informazioni operative che caratterizzeranno le operazioni di scarica di GNL dalla FSRU Toscana alle bettoline SSLNG. Gli altri input più rilevanti usati nel modello sono i seguenti:

- ✓ nuovi limiti operativi meteomarini risultanti da studi idrodinamici di dettaglio per il caso di allibo tra FSRU e SSLNG carrier;
- ✓ stima della durata di una operazione di scarica di GNL su SSLNG;
- ✓ numero minimo di giorni tra due slot da 155,000 m³;
- ✓ numero di giorni all'anno necessari per le manutenzioni dell'impianto;
- ✓ non contemporaneità delle operazioni di allibo con metaniere convenzionali e SSLNG.

I risultati raggiunti mostrano che il numero massimo di carichi SSLNG dal Terminale è pari a 122 con una distribuzione annuale che chiaramente è influenzata dalla stagionalità delle condizioni meteo marine.

5.2 DESCRIZIONE DELL'OPZIONE ZERO E APPLICAZIONE DELLE MTD

Nel presente paragrafo sono descritte l'opzione zero ed è riportata una sintesi delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) già applicate per il servizio SSLNG.

Data la natura del progetto, che riguarda un incremento del numero di accosti di bettoline per il servizio Small Scale della stessa tipologia e capacità di quelle già autorizzate, non sono applicabili alternative di tipo tecnologico né localizzativo.

5.2.1 Opzione Zero

L'analisi dell'opzione zero consente di confrontare i benefici e gli svantaggi associati alla mancata realizzazione di un progetto.

Nel caso in esame, il progetto proposto consiste nell'incremento del numero di accosti di SSLNGC al fine di svolgere il servizio SSLNG nel modo più flessibile ed efficiente possibile, migliorando significativamente le condizioni di fornitura dello stesso e garantendo il rifornimento del GNL come combustibile per gli usi marittimi e terrestri, supportando inoltre la metanizzazione della Sardegna come stabilito dal Decreto Semplificazioni.

Come già anticipato al precedente Paragrafo 2.4 il progetto proposto risulta coerente con gli indirizzi programmatici della politica energetica comunitaria e nazionale, con particolare riferimento al D.Lgs. 257/16 (attuazione Direttiva DAFI), alla Strategia Energetica Nazionale (SEN) ed al Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC).

Con riferimento ai fattori ambientali/agenti fisici potenzialmente interessati dal progetto, si riportano nel seguito le principali considerazioni emerse dall'analisi dell'opzione zero.

La realizzazione del progetto comporta un incremento dell'emissione di inquinanti in atmosfera, dovuta all'incremento del traffico marittimo determinato dalle SSLGNC e dai relativi rimorchiatori di supporto.

La mancata realizzazione del progetto da un lato annullerebbe le emissioni suddette, ma dall'altro non consentirebbe l'impiego di GNL, con tutti i benefici che derivano, in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche su più ampia scala (incluse le emissioni di gas climalteranti), generate dall'utilizzo diffuso di GNL, sia nel settore dei trasporti (terrestri e marittimi) che per usi industriali e civili nelle aree non servite dalla rete di trasporto nazionale. Infatti, le caratteristiche chimico-fisiche del GNL, rispetto agli altri combustibili fossili, consentono di realizzare una riduzione delle emissioni di tali inquinanti, tra cui quelli che concorrono al fenomeno "effetto serra", contribuendo pertanto ad un generale miglioramento del fattore ambientale "Atmosfera" (in termini climatici) ed "Aria" (in termini di effetti sulla qualità). A tal proposito la sostenibilità ambientale riguarda non solo le sue minori emissioni di CO₂ rispetto ad altri combustibili (es. Diesel) ma soprattutto la riduzione drastica rispetto alle emissioni di NOx (mediamente inferiori del 50%) e di particolato (PM) e SOx, che vengono abbattuti quasi completamente.

Tali benefici sarebbero naturalmente assenti in caso di mancata realizzazione del progetto.

Inoltre, il progetto comporterebbe benefici in termini socio-economici su vasta scala, in quanto contribuirebbe alla metanizzazione della Regione Sardegna, in linea con gli obiettivi previsti dal Decreto Semplificazioni emesso a Settembre 2020, con un conseguente impulso alle attività produttive e all'indotto occupazionale regionale. La mancata realizzazione del progetto significherebbe escludere la possibilità di fornire alla Sardegna un combustibile alternativo sostenibile, di incrementare le attività produttive e di conseguenza determinare un indotto occupazionale.

Con riferimento agli altri fattori ambientali/agenti fisici considerati nel presente SIA si sottolinea che:

- ✓ il progetto comporterà un incremento dei traffici marittimi legati al servizio Small Scale all'interno di un'area marina oggetto di tutela (Santuario Pelagos e pSIC IT5160021 "Tutela del *Tursiops truncatus*"): si evidenzia ad ogni modo che tale incremento costituisce una minima percentuale di traffico rispetto a quella già presente nell'area;
- ✓ il progetto comporterà un incremento della frequenza delle emissioni sonore sottomarine legate al suddetto aumento dei traffici marittimi del servizio Small Scale, che potranno pertanto avere luogo potenzialmente ogni 3 giorni circa (considerando il massimo numero di accosti previsto). L'entità delle emissioni, tuttavia, non subirà variazioni rispetto alla situazione attualmente autorizzata, in quanto il Terminale può ricevere una sola metaniera per volta;
- ✓ il progetto di incremento delle navi SSLNG non comporterà prelievi e scarichi idrici aggiuntivi, a meno di un lieve incremento legato ai prelievi e agli scarichi dell'acqua di cortina sul fianco sinistro per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante la fase di scarico di GNL.

Pertanto, per questi fattori ambientali/agenti fisici, i benefici associabili alla mancata realizzazione del progetto non sarebbero tali da mettere in discussione i benefici ambientali e sociali derivanti dalla realizzazione dello stesso.

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, a livello globale si ritiene che gli effetti negativi che si andrebbero a determinare in caso di mancata realizzazione del progetto vadano ad annullare i benefici, in termini di mancato impatto sui vari fattori ambientali/agenti fisici, associati alla non realizzazione dello stesso.

5.2.2 Applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD)

L'incremento del numero di SSLNGC non comporterà alcuna modifica al Terminale FSRU e a quanto già previsto per il servizio SSLNG in termini di applicazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD).

Nella seguente tabella sono riportate schematicamente le tecniche corrispondenti alle Migliori Tecnologie Disponibili (MTD, indicate nelle Linee Guida) ed alle Best Available Techniques (BAT, indicate nei BREF) già implementate, in particolare quelle riportate nel Paragrafo 5.2 "Transfer and handling of liquids and liquefied gases" del BREF "Emission from Storage (July 2006)".

Tabella 5.1: Confronto con le Best Available Techniques Applicabili

Riferimento Bref "Transfer and handling of liquids and liquefied gases"	Descrizione	Prevista applicazione	OLT Offshore LNG Toscana
Punto 5.2.1 "Principi generali per prevenire e ridurre le emissioni"	Implementazione di un programma di manutenzione periodica che tenga conto delle criticità delle apparecchiature	Sì	La manutenzione periodica è svolta su tutto il Terminale secondo un apposito piano di manutenzione interno, che tiene conto anche del livello di criticità delle apparecchiature stesse, e include anche le linee di processo connesse al servizio SSLNG. Inoltre, è applicato un sistema di monitoraggio e manutenzione LDAR annuale, inviato alle autorità di controllo.
Punto 5.2.1 "Rilevamento perdite e programma di riparazione"	Rilevazione di eventuali perdite dai componenti lungo le linee di impianto e implementazione di un programma di riparazione dei componenti stessi.	Sì	Il programma (L.D.A.R – Leak Detection and Ranging) operativo nel Terminale, è esteso alle unità operative legate al servizio SSLNG.
	Costante riferimento ad uno specifico Sistema di Gestione della Sicurezza e del Rischio.	Sì	La prevenzione degli incidenti sul Terminale è principalmente basata sull'attuazione del Sistema di Gestione e Sicurezza, messo a punto

Riferimento Bref “Transfer and handling of liquids and liquefied gases”	Descrizione	Prevista applicazione	OLT Offshore LNG Toscana
			<p>integrando tutti gli aspetti navali, operativi e normativi.</p> <p>I sistemi di sicurezza relativi alle operazioni di trasferimento GNL sono integrati nel sistema di <i>Emergency Shutdown</i> (ESD) installato a bordo del Terminale.</p> <p>L'esistente Sistema di Sicurezza è in fase di revisione sulla base del documento di Valutazione dei Rischi per l'attività Small Scale.</p>
Punto 5.2.2.1 “Considerazioni specifiche e sulle tecniche di trasferimento e stoccaggio - Piping”	Minimizzazione del numero di flange nelle tubazioni di trasporto utilizzando per quanto possibile connessioni saldate.	Si	<p>Le misure di prevenzione adottate a bordo del Terminale al fine di ridurre le perdite e le fuoriuscite di idrocarburi includono un uso preferenziale di elementi saldati piuttosto che di connessioni flangiate.</p> <p>Le misure di prevenzione includono inoltre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ l'uso preferenziale di valvole del tipo “Top-Entry-Type” lungo le linee di passaggio del GNL; ✓ l'installazione di “stainless drip pans” nel caso in cui le connessioni flangiate previste non siano ancora state installate.
	Prevenzione della corrosione delle tubazioni sia in fase di costruzione (garantendo la corretta selezione dei materiali e seguendo opportune tecniche e metodologie di costruzione) che effettuando manutenzioni periodiche preventive durante l'esercizio dell'impianto.	Si	<p>L'IGC Code prescrive la tipologia di materiale per le tubazioni progettate per operare a temperature criogeniche.</p> <p>Inoltre, suggerisce le metodologie per l'esecuzione di test non distruttivi sulle tubazioni. Le tubazioni sono conformi agli standard richiesti. OLT sta inoltre implementando campagne di controlli delle tubazioni e recipienti in pressione in aggiunta ai controlli per la classe.</p>
	L'inserimento dei rivestimenti interni protettivi o di inibitori di corrosione esterni.	Si	<p>Le tubazioni sono isolate con materiali privi di cloro in accordo agli standard e alla normativa vigente.</p>
Punto 5.2.2.2 “Considerazioni specifiche sulle tecniche di trasferimento e stoccaggio Trattamento dei Vapori”	E' BAT la gestione ed il trattamento del vapore prodotto durante le operazioni di carico e scarico di sostanze volatili da e verso trucks, chiatte e imbarcazioni.	Si	<p>Il BOG generato durante le operazioni di trasferimento all'interno dei serbatoi della SSLNGC viene inviato, tramite un sistema di controllo della pressione (<i>pressure control</i>), alla linea vapore (<i>vapour header</i>) della FSRU.</p> <p>È previsto che l'eventuale BOG in eccesso venga inviato nel sistema di</p>

Riferimento Bref “Transfer and handling of liquids and liquefied gases”	Descrizione	Prevista applicazione	OLT Offshore LNG Toscana
			fuel gas che alimenta le caldaie del Terminale.
Punto 5.2.2.3 “Considerazioni specifiche sulle tecniche di trasferimento e stoccaggio - Valvole”	<p>E' BAT la minimizzazione di emissioni fuggitive da valvole e giunzioni tramite:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ una selezione accurata delle guarnizioni delle valvole d'impianto; ✓ nell'ambito delle attività di monitoraggio, un'attenzione particolare rivolta alle valvole a maggior rischio di perdite come le valvole di controllo a stelo ascendente (RSCV) poste sulle linee di processo a esercizio continuo; ✓ l'installazione di Valvole di Controllo Rotative o Pompe a velocità variabile piuttosto che di valvole di controllo a stelo ascendente; ✓ uso di valvole di non ritorno nei sistemi di trasferimento e stoccaggio o nei sistemi di trattamento dei vapori. 	Si	I dispositivi e le linee di processo sono state progettate in modo da ridurre il più possibile eventuali emissioni di idrocarburi in ambiente durante le attività di trasferimento del GNL.
Punto 5.2.2.4 “Considerazioni specifiche sulle tecniche di trasferimento e stoccaggio – Pompe e Compressori”	<p>E' BAT:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ seguire le corrette procedure di installazione delle pompe e compressori selezionati in fase progettuale; ✓ l'avvalersi di un piano-programma di sostituzione dell'equipment. 	Si	<p>Il progetto dei dispositivi e linee di processo legati al servizio SSLNG ha previsto la corretta procedura per la loro installazione.</p> <p>I componenti/equipment sono inseriti nel programma di manutenzione adottato a bordo del Terminale.</p>

5.3 INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

Nella seguente tabella sono identificate le interazioni con l'ambiente associate al progetto rispetto all'assetto attuale di esercizio del Terminale FSRU Toscana.

Tabella 5.2: Identificazione delle Interazioni con l'Ambiente dovute al Progetto

Tipo di Interazione	Assetto Attuale	Variazioni dovute al Progetto (Incremento del Numero di SSLNGC)
Emissioni in atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emissione convogliata dal camino del Terminale proveniente dalle caldaie; ✓ Sistemi di sfiato del Terminale; ✓ Emissioni delle navi metaniere; ✓ Emissioni dei rimorchiatori per assistenza e accosto delle metaniere; ✓ Emissioni della nave guardiana; ✓ Emissioni dalle SSLNGC; ✓ Emissioni dal rimorchiatore per assistenza alle SSLNGC. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incremento delle emissioni dalle SSLNGC; ✓ Incremento delle emissioni dal rimorchiatore per assistenza alle SSLNGC.
Scarichi idrici	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Scarichi dal sistema di vaporizzazione e dal condensatore principale; ✓ Scarichi dai sistemi di raffreddamento; ✓ Acque di zavorra; ✓ Altri scarichi del Terminale (cortina bracci di carico, sistema gas inerte, unità potabilizzazione, acque reflue, ecc.). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non sono previsti scarichi aggiuntivi ma unicamente un lieve incremento dell'acqua di cortina sul fianco sinistro (scarico SF33) per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante la fase di scarico di GNL.
Prelievi idrici	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prelievo di acqua di mare per il funzionamento del Terminale (acqua di processo, raffreddamento, usi igienico-sanitari). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non sono previsti prelievi aggiuntivi ma unicamente un lieve incremento dei quantitativi prelevati ad uso industriale
Emissioni di rumore	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rumore da componenti di impianto (pompe, compressori, ecc.); ✓ Rumore sottomarino da mezzi navali. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incremento del rumore sottomarino da mezzi navali (SSLNGC e relativi rimorchiatori).
Consumo di materie prime	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumo di sostanze ausiliarie al processo e per la manutenzione delle apparecchiature (grassi, lubrificanti, pitture, antischiuma, MGO, ecc.). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non sono previste variazioni.
Gestione dei rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Produzione di rifiuti pericolosi e non pericolosi associati al funzionamento e alla manutenzione del Terminale; ✓ Produzione di rifiuti di origine civile. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non sono previste variazioni.

Tipo di Interazione	Assetto Attuale	Variazioni dovute al Progetto (Incremento del Numero di SSLNGC)
Traffici navali	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Traffico di metaniere e SSLNGC (massimo No. 59 arrivi annui); ✓ Presenza di No. 3 rimorchiatori durante l'ormeggio e No. 2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi; ✓ Presenza di un rimorchiatore durante le operazioni con le SSLNGC; ✓ Presenza di nave guardiana. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incremento del traffico di SSLNGC (massimo No. 122 arrivi annui); ✓ Incremento dei rimorchiatori durante le operazioni con le SSLNGC (massimo No. 122).

Nel seguito si riporta una descrizione delle interazioni con l'ambiente associate al progetto proposto, come individuate nella tabella sopra riportata.

5.3.1 Emissioni in Atmosfera

Lo scenario emissivo attualmente autorizzato è costituito da:

- ✓ emissioni dal sistema di produzione di energia del Terminale (costituito da due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia);
- ✓ emissioni da navi metaniere per l'approvvigionamento del GNL per un massimo complessivo di No. 59 accosti annui di navi con capacità fino a 155,000 m³ ²;
- ✓ emissioni da bettoline (SSLNGC) per la distribuzione di GNL, per un massimo di No.59 accosti annui, da intendersi ricompreso all'interno del numero attualmente autorizzato di navi metaniere (così come stabilito dal Decreto di Esclusione dalla VIA Prot. No. 229 del 27 Luglio 2020 per l'implementazione del servizio SSLNG);
- ✓ emissioni da mezzi di supporto al Terminale (No.3 rimorchiatori utilizzati in fase di manovra per ormeggio e No.2 rimorchiatori utilizzati in tutte le altre fasi per le metaniere e/o No. 1 rimorchiatore di supporto (stand by) per le attività di manovra delle SSLNGC;
- ✓ No.1 nave guardiana.

Il progetto proposto prevede un incremento del numero dei mezzi navali legati al servizio SSLNG, quindi nella configurazione futura di esercizio del Terminale "FSRU Toscana" saranno aggiunte le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ navi metaniere di piccola taglia SSLNGC (Small Scale Liquefied Natural Gas Carriers), fino ad un massimo di No. 122 accosti annui;
- ✓ rimorchiatori di supporto (stand by) per le attività di manovra delle SSLNGC (fino a un massimo di 122).

Le caratteristiche tecniche ed emissive delle SSLNGC e dei relativi rimorchiatori, di tipologia e dimensioni analoghe ai corrispondenti mezzi già autorizzati, sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 5.3: Caratteristiche Tecniche ed Emissive Unità SSLNGC

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	20
Diametro Camino	m	0.7
Sezione Camino	m ²	0.38
Temperatura Fumi	°K	476

² No. 48 accosti annui nel caso vengano impiegate navi da circa 180,000 m³ (classe "New Panamax"), così come disposto dal Decreto di Esclusione dalla VIA Prot. No. 0000398 del 9 Novembre 2015.

Tabella 5.4: Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Rimorchiatore

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m ²	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Con riferimento ai medesimi dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto delle unità SSLNGC riportati nella precedente Tabella 3.5, nel seguito è riportata la stima delle emissioni annue di NOx, considerando il numero massimo previsto in progetto di No. 122 accosti.

Tabella 5.5: SSLNGC, Emissioni Annue di NOx, Stato Futuro

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Emissioni NOx (per fase e per 122 accosti)	t/anno	1.83	10.47	1.32
TOTALE (t/anno)				13.6

Con riferimento ai medesimi dati emissivi riferiti al rimorchiatore previsto a supporto delle operazioni di manovra delle SSLNGC riportati nella precedente Tabella 3.7, nel seguito è riportata la stima delle emissioni annue di NOx, considerando il numero massimo previsto in progetto di No. 122 accosti di SSLNGC.

Tabella 5.6: Rimorchiatori (SSLNGC), Stato Futuro

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento	Avvicinamento dal/al porto
Emissioni NOx (per fase e per 122 accosti)	t/anno	0.18	1.32	0.09	3.43
TOTALE (t/anno)					5

Il contributo emissivo annuo delle navi metaniere di piccola taglia per la distribuzione del GNL via mare (Small Scale LNG Carriers), considerando un massimo di No. 122 unità, è stimato complessivamente pari a **circa 18.6 t/anno**. Tale contributo deve intendersi come in aggiunta a quanto già attualmente autorizzato.

5.3.2 Prelievi e Scarichi Idrici

L'incremento del numero di SSLNGC in progetto comporterà un lieve incremento nei prelievi idrici ad uso industriale legato al maggior utilizzo di acqua di cortina finalizzata alla protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante le fasi di scarico del GNL.

A tale incremento nei prelievi è associato un analogo incremento nel quantitativo scaricato di acqua di cortina.

Considerando la portata massima dello scarico, pari a circa 54 m³/h, e considerando che esso risulta attivo nelle sole fasi di scarico del GNL dal Terminale alla SSLNGC (circa 15 h per allibo), nel caso massimo di 122 accosti annui, si stima un prelievo ed uno scarico di circa 98,820 m³/anno. Si tratterà tuttavia di acqua di mare prelevata e addizionata di Ipcolorito con funzione di anti-fouling. Come per gli altri scarichi clorati del Terminale, tale scarico viene monitorato (con cadenza trimestrale dagli operatori del Terminale e con cadenza annuale da un laboratorio accreditato) al fine di garantire il rispetto dei limiti di normativa (0.2 mg/l per il Cloro attivo libero ai sensi del D.Lgs No. 152/06 e smi).

5.3.3 Emissioni Sonore in Ambiente Marino

Allo stato attuale le emissioni sonore in ambiente marino connesse all'esercizio del Terminale FSRU Toscana sono dovute al traffico di mezzi marittimi al suo servizio, quali metaniere e mezzi navali di supporto (rimorchiatori e nave di sorveglianza). L'incremento di traffico indotto, dovuto ad un incremento del numero di SSLNGC e dei relativi rimorchiatori, come quantificato nel successivo Paragrafo 5.3.3, comporterà un incremento dei giorni all'anno durante i quali saranno generate emissioni sonore sottomarine da parte di tali unità navali.

Nella tabella seguente sono riportati alcuni valori di emissioni sonore sottomarine tipiche di mezzi navali di varia natura, tra cui anche valori di mezzi di tipologia paragonabile a quelli previsti in esercizio presso il Terminale (Simmonds et al., 2004).

Tabella 5.7: Caratteristiche del Rumore Emesso da Diversi Tipi di Imbarcazioni (Simmonds et al., 2004)

Type of vessel	Frequency (kHz)	Source level (dB re 1 μ Pa)	Reference
650cc Jetski	0.8-50.0	75-125	Evans and Nice 1996
Rigid inflatable	6.3	152	Malme <i>et al.</i> 1989
7m outboard motor boat	0.63	156	Malme <i>et al.</i> 1989
Fishing boat	0.25-1.0	151	Greene 1985
Fishing trawler	0.1	158	Malme <i>et al.</i> 1989
Tug pulling empty barge	0.037	166	Buck and Chalfant 1972;
	1.0	164	Miles <i>et al.</i> 1989
	5.0	145	
Tug pulling loaded barge	1.0	170	Miles <i>et al.</i> 1989
	5.0	161	
34m (twin diesel engine) workboat	0.63	159	Malme <i>et al.</i> 1989
Tanker (135m)	0.43	169	Buck and Chalfant 1972;
Tanker (179m)	0.06	180	Ross 1976;
Supertanker (266m)	0.008	187	Thilele and Ødengaard
Supertanker (340m)	0.007	190	1983
Supertanker (337m)	0.007	185	
Containership (219m)	0.033	181	Buck and Chalfant 1972;
Containership (274m)	0.008	181	Ross 1976;
Freighter (135m)	0.041	172	Thilele and Ødengaard
			1983

5.3.4 Traffici Marittimi

Allo stato attuale il traffico marittimo indotto dall'esercizio del Terminale è costituito da

- ✓ Traffico di metaniere/SSLNGC, per un massimo di No. 59 arrivi annui;
- ✓ Presenza di No. 3 rimorchiatori durante l'ormeggio e No. 2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi per le operazioni con le metaniere e presenza di No. 1 rimorchiatore di supporto (stand by) per le attività di manovra delle SSLNGC;
- ✓ Presenza di nave guardiana.

Il progetto proposto prevede un incremento dei traffici marittimi dovuto all'incremento del numero di SSLNGC per il servizio di distribuzione di GNL ed ai relativi rimorchiatori di supporto. Tale incremento è quantificabile in un massimo di:

- ✓ **No. 122 SSLNGC all'anno**, in aggiunta alle No. 59 metaniere;
- ✓ **No. 122 rimorchiatori all'anno**, a supporto delle operazioni con le SSLNGC.

Nessuna variazione è prevista per quanto concerne le altre unità navali a servizio del Terminale (metaniere e relativi rimorchiatori e nave guardiana).

6 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)

La descrizione dello stato dell'ambiente prima della realizzazione dell'opera costituisce il riferimento per le valutazioni dello SIA, al fine di disporre di uno Scenario di Base rispetto al quale poter valutare i potenziali effetti generati dal progetto e misurare i cambiamenti una volta iniziate le attività per la realizzazione dello stesso (monitoraggio ambientale).

La caratterizzazione di ciascuna tematica ambientale potenzialmente interferita dall'intervento proposto è stata condotta con riferimento a tutta l'area vasta, con specifici approfondimenti relativi all'area di sito, così definiti:

- ✓ Area Vasta: è la porzione di territorio nella quale si esauriscono gli effetti significativi, diretti e indiretti, dell'intervento con riferimento alla tematica ambientale considerata (si veda il seguente Paragrafo 6.1);
- ✓ Area di Sito: (o area di progetto) comprende le superfici direttamente interessate dagli interventi in progetto e un significativo intorno di ampiezza tale da poter comprendere i fenomeni in corso o previsti.

6.1 DEFINIZIONE DELL'AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO (AREA VASTA)

L'ambito territoriale di riferimento utilizzato per il presente studio (area vasta) non è stato definito rigidamente; sono state invece determinate diverse aree soggette all'influenza potenziale derivante dalla realizzazione del progetto, con un procedimento di individuazione dell'estensione territoriale all'interno della quale si sviluppa e si esaurisce la sensibilità dei diversi parametri ambientali agli impulsi prodotti dalla realizzazione ed esercizio dell'intervento.

Tale analisi è stata condotta principalmente sulla base della conoscenza del territorio e dei suoi caratteri ambientali, consentendo di individuare le principali relazioni tra tipologia dell'opera e caratteristiche ambientali.

Come anticipato, l'identificazione dell'area vasta è dettata dalla necessità di definire, preventivamente, l'ambito territoriale di riferimento nel quale possono essere inquadrati tutti i potenziali effetti della realizzazione dell'opera, e all'interno del quale realizzare tutte le analisi specialistiche per le diverse componenti ambientali di interesse.

Il principale criterio di definizione dell'ambito di influenza potenziale dell'opera è funzione della correlazione tra le caratteristiche generali dell'area di inserimento e i potenziali fattori di impatto ambientale determinati dall'opera in progetto, individuati dall'analisi di definizione dell'area di studio. Tale criterio porta ad individuare un'area entro la quale, allontanandosi gradualmente dall'opera, si ritengono esauriti o non avvertibili gli effetti dell'opera stessa.

Su tali basi, si possono definire le caratteristiche generali dell'area vasta:

- ✓ ogni potenziale interferenza sull'ambiente direttamente o indirettamente dovuta alla realizzazione dell'opera deve essere sicuramente trascurabile all'esterno dei confini dell'area vasta;
- ✓ l'area vasta deve includere tutti i ricettori sensibili ad impatti anche minimi sulle diverse componenti ambientali di interesse;
- ✓ l'area vasta deve avere caratteristiche tali da consentire il corretto inquadramento dell'opera in progetto nel territorio in cui verrà realizzata.

La selezione dell'area vasta è stata oggetto di verifiche successive durante i singoli studi specialistici per i diversi fattori ambientali/agenti fisici, con lo scopo di assicurarsi che le singole aree di studio definite a livello di analisi fossero effettivamente contenute all'interno dell'area vasta. In particolare, si è fatto riferimento agli esiti dei più recenti monitoraggi presentati agli Enti competenti (VI° anno – Autunno 2018/Estate 2019) che vengono regolarmente svolti in corrispondenza del Terminale, come previsti dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino.

Al fine di sintetizzare le scelte fatte, sono riassunte nel seguito le singole aree di studio definite per i fattori di interesse, che risultano così suddivisi (SNPA, 2020):

- ✓ Fattori ambientali:
 - Biodiversità,
 - Acque e sedimenti,
 - Atmosfera: Aria e Clima,
 - Ecosistemi Antropici;
- ✓ Agenti Fisici:

- Rumore subacqueo.

In considerazione dell'ubicazione del Terminale (offshore, a circa 12 mn di distanza dalla costa) e in considerazione della natura del progetto proposto, il quale consiste unicamente in un incremento della frequenza di alcune attività già autorizzate sul Terminale, senza che siano eseguite modifiche alle strutture esistenti ed alle fasi operative, non sono stati ritenuti significativi, né pertinenti, gli aspetti legati a:

- ✓ Fattori ambientali:
 - Sistema Paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio Culturale e Beni Materiali;
- ✓ Agenti Fisici:
 - Vibrazioni,
 - Campi Elettrici, Magnetici ed Elettromagnetici,
 - Radiazioni Ottiche,
 - Radiazioni Ionizzanti.

6.1.1 Biodiversità

La descrizione e la caratterizzazione della componente è stata condotta attraverso un inquadramento generale degli aspetti ecologici e naturalistici dell'area dell'Alto Tirreno (costa Toscana), con particolare riferimento alle aree naturali soggette a tutela direttamente interessate dal Terminale.

6.1.2 Acque e Sedimenti

Con riferimento alle Acque Marine ed ai Sedimenti, l'area vasta è coincisa con l'area oggetto dei monitoraggi specifici regolarmente condotti per il Terminale FSRU Toscana. In base ai risultati ottenuti nei diversi anni di monitoraggio, si è ritenuto difatti ragionevole considerare tale areale come rappresentativo dell'area in cui possono verosimilmente esaurirsi eventuali impatti legati al progetto.

6.1.3 Atmosfera: Aria e Clima

La caratterizzazione meteorologica generale ha tenuto conto della tendenza climatica a livello globale degli ultimi anni (2015-2019).

Per quanto riguarda la caratterizzazione meteomarina, oltre ad una sintetica descrizione del regime correntometrico dell'Alto Tirreno/Mar Ligure, si è fatto riferimento ai più recenti dati anemologici e relativi al moto ondoso, rilevati dai sistemi di monitoraggio OLT (anemometri, boa ondometrica, etc.).

Anche in questo caso, si è ritenuto ragionevole considerare l'areale monitorato come rappresentativo dell'area in cui possono verosimilmente esaurirsi eventuali impatti legati al progetto.

Infine, per la definizione della qualità dell'aria, si è fatto riferimento alla costa toscana compresa tra Viareggio e Livorno, mediante analisi dei dati della rete di monitoraggio ARPA Toscana nelle stazioni costiere più vicine al Terminale (Centraline di Lucca-Viareggio e Livorno-Cappiello). Sebbene poco rappresentativa dell'area di intervento, tale centralina è risultata l'unica presente nell'area.

6.1.4 Rumore Subacqueo

Per la caratterizzazione generale del clima acustico sottomarino si è preso in considerazione l'areale dell'Alto Tirreno, antistante le coste della Toscana. Si è quindi fatto riferimento agli esiti dei più recenti monitoraggi presentati agli Enti competenti (VI° anno – Autunno 2018/Estate 2019) che vengono regolarmente svolti in corrispondenza del Terminale, come previsti dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino e ad una campagna specifica condotta nel mese di Settembre 2020, per la verifica delle emissioni sonore in fase di allibo.

6.1.5 Ecosistemi Antropici

L'analisi relativa agli aspetti legati ai traffici ed alla pesca è stata condotta mediante descrizioni generali relative all'areale della costa Toscana antistante il Terminale (Alto Tirreno), con particolare interesse per il Porto di Livorno, in considerazione dell'importanza che lo stesso ricopre in tale area del Mediterraneo e in considerazione della prossimità al Terminale.

6.2 BIODIVERSITÀ

6.2.1 Caratterizzazione Biocenotica

6.2.1.1 Biocenosi Bentoniche nell'Area Vasta

Il tratto di costa toscana antistante il Terminale, compreso tra San Rossore (Pisa) e Antignano (Livorno), è caratterizzato, sulla base delle Biocenosi presenti, dai 2 seguenti ecotipi fondamentali:

- ✓ le Secche della Meloria – Isola di Gorgona;
- ✓ i fondali del tratto antistante il litorale tra le foci del Fiume Arno e della Magra.

Le Secche della Meloria, situate a 3 miglia dalla costa livornese, sono costituite da un banco roccioso di modesta profondità – da un minimo di 2, 3 metri ad un massimo di 30 ed occupano una superficie totale di circa 40 km². La Secca propriamente detta è limitata dalla batimetria dei 10 metri e si estende per circa 30 chilometri quadrati. Un vero e proprio canale dell'ampiezza di circa 1 km e lungo circa 6 - 7 km separa il lato orientale della Secca, dalla linea di spiaggia. In questo settore sono maggiormente visibili i segni di impatto legati alla vicinanza del porto. Qui il fondale, di una profondità media di circa 10 metri, è caratterizzato dalla presenza di matte morta ad indicare la presenza di una prateria di *P. oceanica* attualmente scomparsa. I canali intermatte sono colonizzati dall'alga *Caulerpa prolifera* facies tipica della Biocenosi delle Sabbie Infangate di Moda calma testimoniante un crescente infangamento dell'area (De Biasi, 1999).

Più a Nord, nel secondo ecotipo (fondali del tratto antistante il litorale tra le foci del Fiume Arno e della Magra), dominano le coste basse sabbiose legate a pianure alluvionali costiere e, sulla platea sedimenti terrigeni a tessitura più o meno fine. I popolamenti biologici sono principalmente riconducibili alla seriazione evolutiva SFBC-VTC (Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate – Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri). Quest'ultima viene sostituita dalla Biocenosi dei Fanghi Batiali sulla scarpata continentale. Gli apporti fluviali in questa zona marina originano una situazione di disequilibrio sedimentario che comporta un'irregolare seriazione SFBC-VTC. Essa si presenta, infatti, come un mosaico di facies differenziate presumibilmente non in equilibrio con i fattori edafici e climatici della zona (Bianchi et al., 1993, De Biasi et al., 1997).

La Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate occupa la fascia infralitorale instaurandosi da pochi metri di profondità fino a circa 15 - 20 metri su sedimenti costituiti prevalentemente da sabbie fini a classatura omogenea, talvolta leggermente infangati. Le specie più diffuse sono i molluschi quali *Acanthocardia tuberculata*, *Spisula subtruncata*, *Tellina pulchella*. In prossimità della Foce d'Arno il popolamento mostra evidenti segni di impoverimento a testimonianza di uno stato di perturbazione dell'area.

A circa 25 metri di profondità iniziano i Fanghi Terrigeni costieri facies a forme pivotanti. Questa facies, nota anche come fanghi compatti, indica una situazione di sedimentazione lenta caratterizzata dalla presenza di forme sessili quali l'antozoo *Alcyonum palmatum*, il bivalve *Pteria hirundo* e l'echinoderma *Stichopus regalis*. Essi si estendono circa fino alla batimetria dei 50 metri oltre la quale si rinviene il VTC con aspetto tipico. Tra le specie più rilevanti i policheti *Sternaspis scutata* e *Nephtys hystricis* ed il decapode *Goneplax rhomboides*. Nella transizione VTC Fanghi Batiali (VB) che si instaura a circa 150 di profondità sono presenti i fanghi a *Leptometra phalangium*. I Fanghi Batiali presentano un popolamento poco diversificato. Fra le specie maggiormente diffuse si annovera il crostaceo *Calocaris macandreae*.

La più recente cartografia pubblicata dalla EU nell'ambito del Progetto EMODnet Seabed Habitat³, come evidenziato nella figura di seguito, mostra come sostanzialmente il Terminale ricada all'interno della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (A5.39: *Mediterranean communities of coastal terrigenous muds*), che ne caratterizza l'intorno per un raggio minimo di circa 10 km.

³ <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/access-data/launch-map-viewer/>

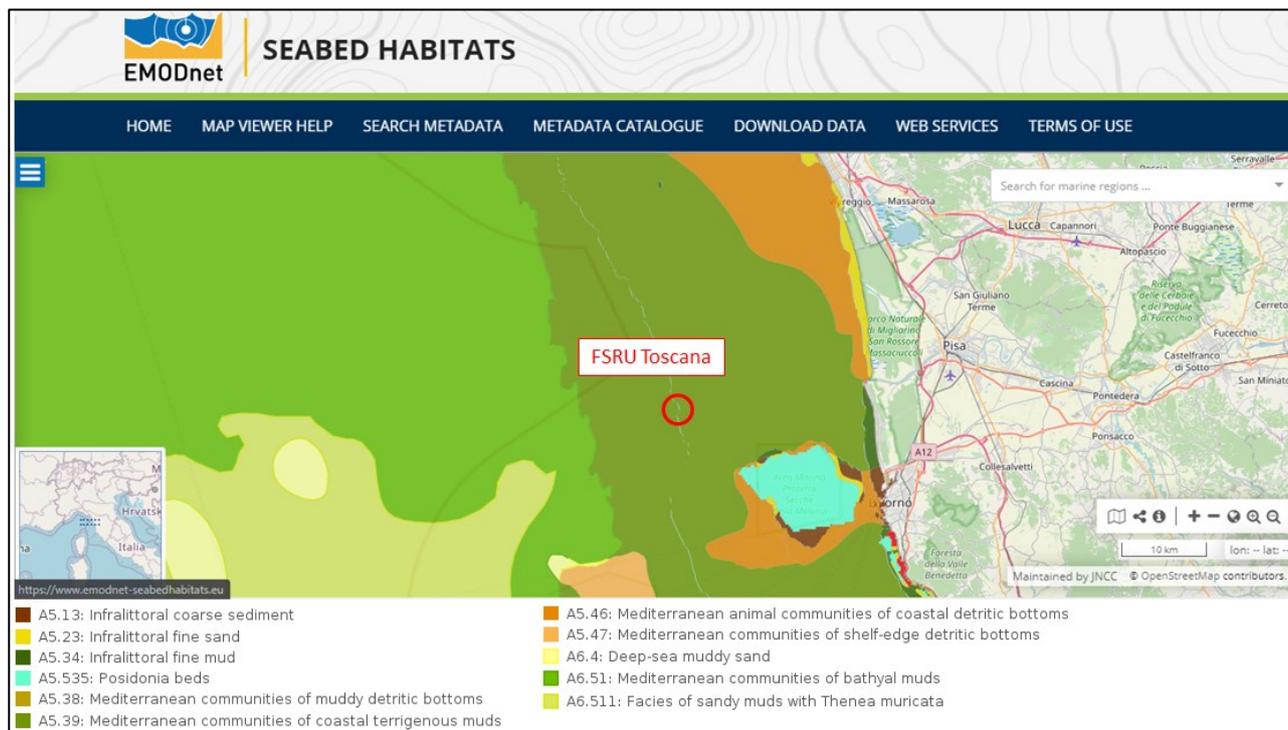


Figura 6.1: Habitat dei Fondali Marini (EMODnet - EUSeaMap 2019)

6.2.1.2 Monitoraggi Effettuati nell'Area di Interesse

Nel seguito si riportano gli esiti dei monitoraggi tratti dal VI Rapporto Annuale (campagne Autunno 2018-Estate 2019) del "Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino circostante il Terminale", relativi alle attività svolte dal CIBM (Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci" di Livorno) ed il confronto con le campagne precedenti e la campagna ante operam (Bianco), condotta, quest'ultima tra l'Agosto e il Settembre dell'anno 2012 e tra il 21 e il 28 Settembre dell'anno 2013, periodo coincidente con il secondo survey dedicato alla fauna ittica bentonectonica.

Nella seguente Figura è riportata l'area di studio e i punti di campionamento; l'origine degli assi rappresenta la posizione del Terminale.

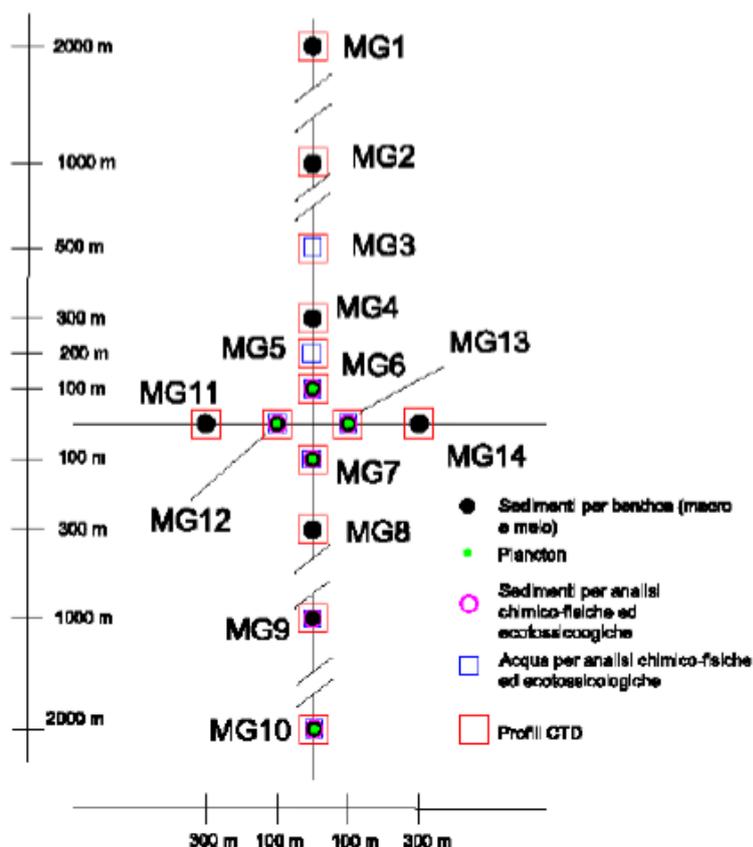


Figura 6.2: Disposizione dei Punti di Campionamento

Le coordinate dei punti di campionamento sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 6.1: Coordinate Teoriche (WGS 84) dei Punti di Campionamento

Punto di Campionamento	Latitudine N	Longitudine E	Punto di Campionamento	Latitudine N	Longitudine E
MG1	43° 39,745'	9° 59,348'	MG8	43° 38,503'	9° 59,327'
MG2	43° 39,205'	9° 59,339'	MG9	43° 38,125'	9° 59,321'
MG3	43° 38,935'	9° 59,334'	MG10	43° 37,585'	9° 59,312'
MG4	43° 38,827'	9° 59,333'	MG11	43° 38,667'	9° 59,107'
MG5	43° 38,773'	9° 59,332'	MG12	43° 38,663'	9° 59,256'
MG6	43° 38,719'	9° 59,331'	MG13	43° 38,685'	9° 59,399'
MG7	43° 38,611'	9° 59,329'	MG14	43° 38,659'	9° 59,553'

6.2.1.2.1 Macrozoobenthos

Il campionamento dei sedimenti per la caratterizzazione di popolamenti macrobentonici è stato effettuato nelle quattro stagioni (Autunno 2018 – A-18; Inverno 2019 – I-19; Primavera 2019 – P-19; Estate 2019 – E-19), tramite benna Van Veen (con volume pari a 25 litri e superficie di campionamento di 0.1m² in corrispondenza di 4 stazioni

prossime al Terminale (MG13, MG12, MG6, MG7) e ulteriori 8 poste a distanze maggiori per verificare il raggio di influenza del Terminale stesso (MG4, MG8, MG9, MG10, MG11, MG14, MG1, MG2) (Rapporto annuale CIBM, 2019-2019, Volume I, Paragrafo 2.5.1).

Per la disposizione dei punti e per le relative coordinate si rimanda alla Figura 6.2.

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio, avendo a disposizione un'unica fase di Bianco, eseguita in estate, sono state condotte delle elaborazioni statistiche utilizzando unicamente i survey estivi; nello specifico, sono state analizzate le risposte delle componenti macrozoobentoniche al variare del fattore "Tempo" e del fattore "Distanza dal Terminale".

I dati sono stati analizzati per verificare se dopo la fase di Bianco, sono avvenute modifiche significative nei popolamenti e se tali modifiche possano essere riconducibili alla presenza dell'FSRU o se, al contrario avvengano in maniera indipendente. L'analisi si è basata sul presupposto che, se il Terminale ha un effetto, esso sarà rilevabile nelle stazioni più vicine al Terminale stesso rispetto a quelle lontane.

Nelle analisi statistiche sono stati presi in considerazione indici ecologici che descrivono la struttura delle comunità quali l'indice di diversità di Shannon (H') e l'indice di ricchezza specifica (S).

La Campagna svolta nell'Estate del 2019 ha portato alla raccolta e determinazione di 5,754 individui appartenenti a 164 specie comprendenti policheti, molluschi, crostacei, sipunculidi, echinodermi, nemertini, emicordati e actiniari.

Gli anellidi policheti sono risultati essere il gruppo dominante che con 5,434 individui rappresentano quasi il 90% dell'abbondanza totale. Gli artropodi crostacei, secondi in ordine di abbondanza, superano di poco il 5% di contributo. I molluschi costituiscono il 4.5% dell'abbondanza, mentre sipunculidi (129 individui) e echinodermi (28 individui), il 2.7 % in totale.

Più equilibrata risulta essere la ripartizione delle specie tra i vari gruppi, sebbene anche da questo punto di vista gli anellidi policheti si confermano il taxon dominante, fornendo quasi la metà delle specie rinvenute (49%). Un quarto del panorama faunistico è fornito dagli artropodi (unicamente rappresentati dai crostacei), seguiti dai molluschi, che rappresentano il 17% delle specie totali. Gli echinodermi forniscono appena il 4% di specie al panorama faunistico, seguiti dai sipunculidi che forniscono solo il 2%.

Le analisi di confronto con le campagne estive degli anni precedenti, hanno indicato che il fattore tempo non ha un effetto significativo sull'indice di biodiversità di Shannon, il che sta ad indicare che la tendenza generale della biodiversità è stabile. Analizzando il fattore distanza dal Terminale, risulta che la biodiversità è significativamente maggiore al livello del Terminale FSRU rispetto all'area controllo (C). Al contrario, la biodiversità risulta significativamente inferiore nell'area intermedia, rispetto al controllo. Per quanto riguarda l'effetto stagionale, non si riscontrano effetti significativi sulla biodiversità.

Inoltre, dai risultati si evince che il fattore tempo non ha un effetto significativo sull'indice di ricchezza specifica, il che sta ad indicare che la tendenza generale della ricchezza specifica è stabile. Tuttavia, risulta che S è significativamente maggiore al livello del terminale FSRU rispetto all'area controllo (C), mentre non ci sono differenze significative tra area intermedia e controllo. Per quanto riguarda l'effetto stagionale, l'Inverno è associato a valori di biodiversità significativamente più alti rispetto alle altre stagioni, mentre in Estate si osserva una riduzione significativa di S.

6.2.1.2.2 *Meiobenthos*

Nell'ambito delle attività di monitoraggio, sono state condotte No. 13 campagne di prelievo (dal Bianco all'Estate 2019) per lo studio dei Meiobenthos.

Dall'analisi congiunta dei dati rinvenuti durante tali campagne è emersa una comunità meiobentonica costituita complessivamente da organismi appartenenti a 29 gruppi tassonomici, dei quali 11 presenti in tutte le campagne di monitoraggio. I Gastrotrichi risultano presenti unicamente nel Bianco, mentre Idrozoi, Rotiferi, Oligocheti, Sipunculidi, Briozoi, Solenogastri, Scafopodi, Loriciferi, Acari e Tunicati vengono rinvenuti in una (Scafopodi e Tunicati) o più campagne delle fasi di esercizio. Il rinvenimento o meno di questi 10 taxa nei campioni delle diverse fasi è verosimilmente legato più alla loro rarità, caratteristica che ne rende occasionale il prelievo, che ad altre cause.

La densità media totale dell'area investigata è risultata di 358.8 ± 168.3 individui/10 cm² durante il Bianco, variando, nelle fasi di Esercizio, da un minimo di 69.3 ± 84.3 individui/10 cm² in I18, ad un massimo di 360.7 ± 271.4 individui/10 cm² in E-17.

I Nematodi sono risultati sempre il taxon dominante (range: 55-290 individui/10 cm²), con percentuali variabili tra il 74.8% della fase E-16 e l'85,8% di E-19, seguiti nell'ordine da Copepodi (range: 3-34 individui/10 cm²; 3.9-10.1%),

Policheti (range: 5-20 individui/10 cm²; 3.9-9.1%) e, infine, Nauplii (range: 3-18 individui/10 cm² 1.8-5.3%). I primi quattro gruppi costituiscono nel complesso e, a seconda delle campagne, il 95-98% della biocenosi meiobentonica. Gli altri taxa sono presenti con densità e percentuali molto basse, fornendo un valore di abbondanza variabile tra il 1.5% (con riferimento alla campagna E-19) ed il 5.1% (con riferimento alla campagna di Bianco e I-18) dell'intero popolamento. Tra questi solo Ostracodi, Scafopodi, Turbellari, Oligocheti, Beriozoi e Ciliati raggiungono in alcune occasioni l'1.0% del totale.

In linea con quanto è stato fatto per la comunità macrobentonica, al fine di approfondire eventuali cambiamenti avvenuti a seguito dell'arrivo del Terminale, i dati sono stati ulteriormente elaborati prendendo in considerazione unicamente le campagne estive poiché il Bianco è stato condotto in questa stagione. In particolare, i dati sono stati analizzati per verificare se dopo la fase di Bianco sono avvenute modifiche significative nei popolamenti e se tali modifiche possano essere riconducibili alla presenza dell'FSRU o se, al contrario, avvengono in maniera indipendente.

Le analisi effettuate hanno rilevato alcune variazioni nel tempo a carico della comunità meiobentonica nell'area indagata; tuttavia, tali differenze non sono imputabili alla presenza e al funzionamento del Terminale, ma sono riconducibili principalmente ad una generalizzata riduzione delle abbondanze avvenute nel tempo, dovuta ad altre cause non necessariamente di origine antropica.

6.2.1.2.3 Bioaccumulo

Le indagini di bioaccumulo sono state eseguite utilizzando il bioindicatore *Mytilus galloprovincialis*.

Constatata l'assenza di mitili insediati naturalmente sulle strutture del FRSU, il monitoraggio è stato avviato con la modalità definita "attiva": i mitili sono stati prelevati dall'impianto di acquicoltura presente nell'area marina antistante l'Isola di Palmaria (Golfo di La Spezia) poco o affatto influenzata da fonti di impatto.

I mitili sono stati quindi collocati in No. 4 gabbie calate lungo il fianco del Terminale e in una stazione di controllo presso l'Isola di Gorgona (figure seguenti).

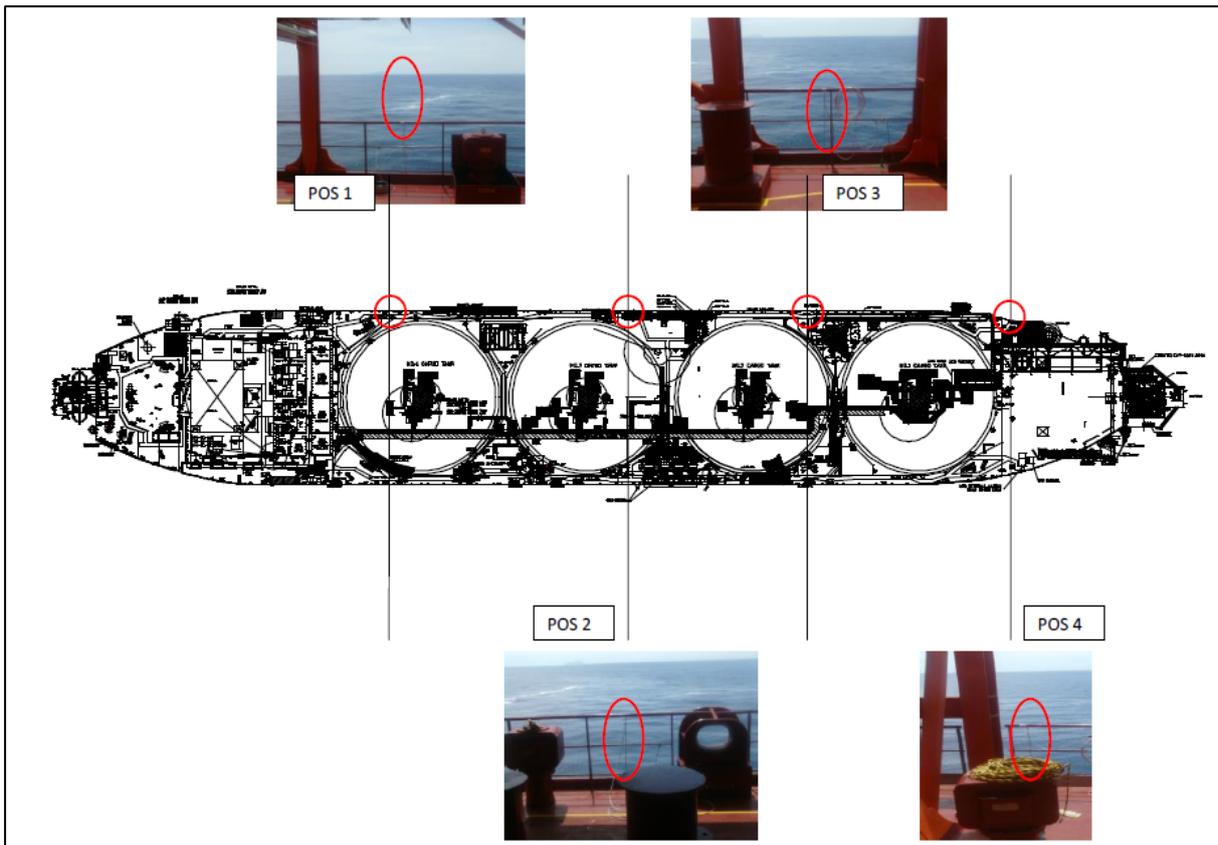


Figura 6.3: Ubicazione dei Punti di Monitoraggio lungo il fianco del Terminale

Durante questa fase di esposizione i mitili sono stati alloggiati in reticelle di nylon e collocati all'interno di una gabbia di acciaio inox alla profondità di 12 metri.



Figura 6.4: Dettaglio delle Gabbie

Dopo circa 4 settimane i mitili sono stati prelevati e sottoposti alle analisi secondo le procedure sotto riportate. Inoltre, all'atto della traslocazione, un campione di mitili appena prelevato dall'impianto di acquicoltura (denominato Tempo 0) è stato sottoposto alle medesime indagini.

Nella Tabella seguente, oltre all'elenco dei siti di monitoraggio, sono riportate le tempistiche delle attività.

Tabella 6.2: Bioaccumulo; Siti e Date di Monitoraggio

Tabella 11 – Siti di monitoraggio condotto tramite l'utilizzo del bivalve <i>Mytilus galloprovincialis</i> . I mitili sono stati prelevati dall'impianto di maricoltura di La Spezia.									
Nome sito	Posizione (Pos)	Autunno 2018		Inverno 2019		Primavera 2019		Estate 2019	
		Data posa	Data ritiro*	Data posa	Data ritiro*	Data posa	Data ritiro*	Data posa	Data ritiro*
Mitili tempo zero	La Spezia		21.11.18		27.02.19		22.05.19		04.09.19
Stazione E	Gorgona	22.11.18	20.12.18	28.02.19	26.03.19	23.05.19	13.06.19	05.09.19	02.10.19
Stazione A	Pos 1 (poppa nave)	22.11.18	20.12.18	28.02.19	26.03.19	23.05.19	13.06.19		
Stazione B	Pos 2	22.11.18	20.12.18	28.02.19	26.03.19	23.05.19	13.06.19		
Stazione C	Pos 3	22.11.18	20.12.18	28.02.19	26.03.19	23.05.19	13.06.19		
Stazione D	Pos 4 (prua nave)	22.11.18	20.12.18	28.02.19	26.03.19	23.05.19	13.06.19		

* riferito al ritiro dall'impianto

I dati ad oggi acquisiti non testimoniano la presenza di processi di bioaccumulo in atto.

Un lieve incremento di concentrazione di idrocarburi pesanti è stato osservato nelle campagne estive del 2015 e del 2016 e nell'Autunno 2016 senza, tuttavia, esibire particolari trend spazio-temporali attribuibili alla presenza del Terminale.

I livelli di concentrazione raggiunti sono bassi e le anomalie sporadiche.

Per quanto riguarda gli elementi in tracce sono state confrontate le variazioni osservate tra le concentrazioni dei mitili posti lungo il Terminale rispetto al T0 e quelle tra i mitili posti in Gorgona (Bianco) e To. Nel complesso si osserva che le variazioni sono del tutto confrontabili, con poche eccezioni.

Un diffuso bioaccumulo di ferro all'interno dei mitili è stato osservato nell'Autunno 2016, ma si trattava di basse concentrazioni in valore assoluto. Un nuovo, maggiore incremento è stato osservato nell'inverno 2018. In questo survey anche Vanadio e Bario sono stati bioaccumulati nei mitili posti lungo il Terminale.

Il primo (Vanadio) ha raggiunto tenori tra 6 e 8 volte maggiori circa rispetto al Tempo 0, mentre il Bario, risultato al di sotto del limite di quantificazione sia al Tempo 0, sia nel controllo Gorgona, è stato quantificato in tutte le stazioni lungo l'FSRU.

Lo Zinco mostra segni di bioaccumulo che tuttavia risultano sporadici e, di volta in volta, limitati ad una singola stazione posta lungo il Terminale. Solo nell'estate 2016 esso risulta bioaccumulato in tutti i mitili analizzati.

Nell'ultima survey (E-19), il fenomeno del bioaccumulo non è stato osservato.

Nel complesso, eventi descritti, risultano sporadici e insufficienti per testimoniare l'esistenza di una relazione di causalità con le attività del Terminale. Inoltre, l'andamento temporale delle concentrazioni dello zinco trovato nei mitili non dimostra l'esistenza di effetti riconducibili alla presenza degli anodi sacrificali dislocati lungo lo scafo del Terminale.

Infine, non sono stati rilevati segnali di contaminazione fecale

6.2.1.2.4 *Biomarkers*

I mitili utilizzati per l'analisi di bioaccumulo, sono stati utilizzati anche per l'analisi dei biomarkers.

In ecotossicologia con il termine Biomarker si intende ogni variazione biochimica, cellulare o fisiologica che può essere misurata in un organismo sentinella e che fornisce l'evidenza di un'esposizione e/o effetto di uno o più contaminanti. Il mitilo mediterraneo (*Mytilus galloprovincialis*) è stato scelto come organismo sentinella in quanto ampiamente utilizzato nel monitoraggio dell'ambiente marino.

I risultati delle analisi relative alla campagna E-19, non hanno evidenziato alcun trend significativo in termini di alterazioni dell'integrità del DNA e dell'istologia delle cellule branchiali di mitilo, così come alcuna anomalia statisticamente significativa in termini di permeabilità di membrana in emociti di mitilo.

Anche il danno primario del DNA, che negli anni 2016 e 2017 aveva mostrato un certo incremento rispetto agli anni precedenti, è risultato molto modesto nel corso delle ultime 4 campagne di monitoraggio, a conferma dei risultati ottenuti l'anno precedente. I risultati stanno dunque ad indicare come la permanenza/attività del Terminale non sia responsabile delle minime variazioni registrate.

6.2.2 Presenza di Mammiferi Marini e Tartarughe Marine

6.2.2.1 Mammiferi Marini

Il Terminale è incluso nel Santuario dei Cetacei o Santuario Pelagos costituito tramite l'Accordo internazionale tra Italia, Francia e Principato di Monaco firmato a Roma, il 25 Novembre 1999.

Il Santuario è un'area marina protetta che si estende per circa 90,000 km² nel Mediterraneo Nord-occidentale tra Italia, Francia e l'isola di Sardegna, e comprende la Corsica e l'Arcipelago Toscano, come mostrato nella figura seguente (in rosso è evidenziata l'ubicazione del Terminale).



Figura 6.5: Santuario dei Cetacei (www.sanctuaire-pelagos.org)

In quest'area, la dinamica della massa d'acqua è di fondamentale importanza in quanto responsabile, oltre che della formazione di correnti profonde che condizionano gli equilibri idrologici del bacino occidentale del Mediterraneo, anche dei fenomeni di trasporto verticale, tra cui l'upwelling dei nutrienti e l'iniezione in profondità di plancton e particolato. Tutto ciò costituisce un forte richiamo per numerose specie di cetacei, osservate più o meno frequentemente in tale area.

Di seguito si riporta un elenco delle specie stanziali più frequenti nel Santuario dei Cetacei (www.sanctuaire-pelagos.org):

- ✓ Sottordine dei Mysticeti: la Balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) rappresenta l'unica specie di misticeto frequente nel Mediterraneo e la più grande per dimensioni (fino a 22 m) e peso (massimo 70 tonnellate). Oltre mille esemplari frequentano le acque del Santuario a profondità superiori a 1,000 m, soprattutto d'estate quando il krill è abbondante. Ogni anno si effettuano avvistamenti di nascite o di piccoli neonati (di circa 6 m e 2 tonnellate) in prossimità delle coste della Provenza o della Corsica;
- ✓ Sottordine degli Odontoceti:
 - Capodoglio (*Physter macrocephalus*): Con 18 m di lunghezza e 40 tonnellate di peso risulta uno dei più grandi odontoceti dell'area. Vive al largo o perpendicolarmente alla scarpata continentale, solo o in piccoli gruppi (5 esemplari al massimo). L'osservazione di questo cetaceo è poco frequente nelle acque del Santuario;
 - Delfino comune (*Delphinus delphis*). In età adulta arriva a pesare circa 100 kg e a misurare 2 m, e frequenta soprattutto le coste e i fondali meno profondi, risultando così maggiormente esposto alle attività umane. Il suo avvistamento nel bacino ligure-provenzale è comunque abbastanza raro;

- Globicefalo (*Globicephala melas*): Misura fino a 6 m e può arrivare a pesare 3 tonnellate, e vive al largo degli strapiombi in gruppi di varie decine di esemplari. Nel Mediterraneo nord-occidentale, si stima che la popolazione sia compresa tra 2,000 e 10,000 esemplari. Viene avvistato regolarmente, soprattutto in estate;
- Grampo (*Grampus griseus*): Questa specie misura circa 3 m e il suo peso varia tra 250 e 400 kg. Si stima che la popolazione nel Mediterraneo nord-occidentale raggiunga circa 3,000 esemplari che frequentano principalmente i fondali da 600 a 1,000 m, soprattutto la scarpata continentale e i precipizi degli strapiombi e dei canyon sottomarini. Viene avvistato regolarmente nel Santuario durante tutto l'anno;
- Stenella (*Stenella coeruleoalba*): Arriva a raggiungere 2.2 m di lunghezza e un centinaio di chili di peso. Al di là della zona costiera, è il delfino più diffuso nel Santuario (sono stati censiti tra 20,000 e 45,000 esemplari). La popolazione stimata per l'intero Mediterraneo è di circa 250,000 esemplari. La si incontra spesso in banchi di qualche decina di esemplari (addirittura fino a 100 esemplari). Frequenti gli avvistamenti al largo delle coste, in qualsiasi periodo dell'anno;
- Tursiope (*Tursiops truncatus*): Raggiunge 3.5 m di lunghezza e 300 kg di peso e può vivere fino a 40-50 anni. Si osservano facilmente gruppi che comprendono di solito meno di una dozzina di esemplari ma che possono arrivare fino a 50 animali. Il suo habitat nel Santuario si situa principalmente in prossimità delle coste, in particolare vicino alle isole maggiori (Corsica e Sardegna), ma anche in corrispondenza delle coste provenzali, anche se con minore frequenza. Il Tursiope viene avvistato regolarmente in ogni periodo dell'anno;
- Zifio (*Ziphius cavirostris*): Misura circa 6 m, con un peso medio compreso tra 2 e 3 tonnellate, e vive al largo, spesso confinato presso i canyon sottomarini. Solitario, lo si incontra talvolta in piccoli gruppi. La specie è ben rappresentata nel Mediterraneo ma, a causa del suo comportamento feroce, l'avvistamento risulta difficoltoso.

Nel seguito si riportano le mappe di distribuzione degli avvistamenti delle varie specie di cetacei nella porzione di mare antistante le coste toscane a seguito del monitoraggio effettuato da ARPAT nel 2019 (ARPAT, 2020).

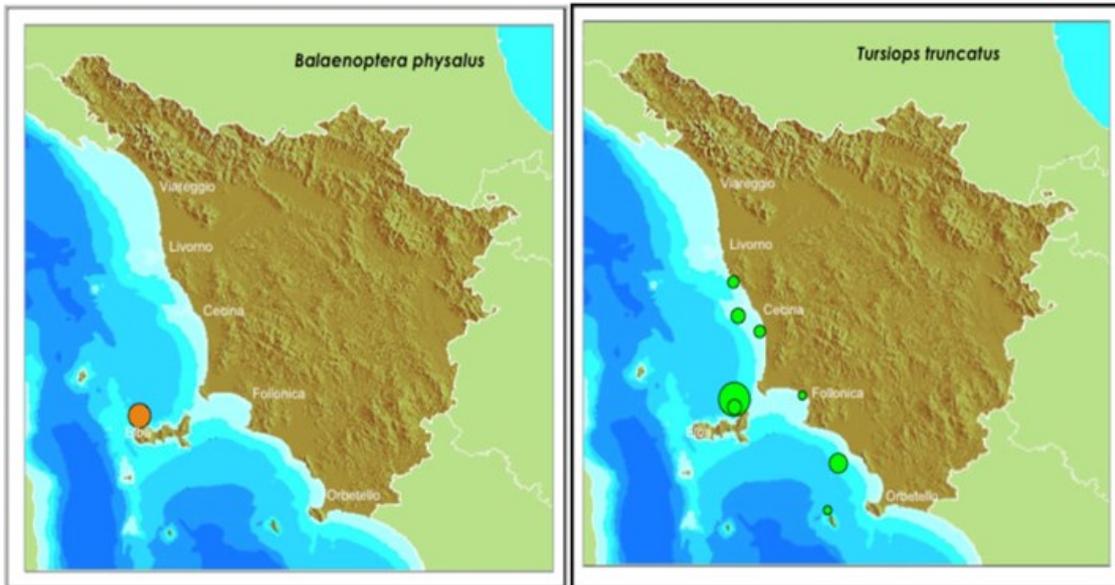


Figura 6.6: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti per Specie nell'Anno 2019 (ARPAT, 2020)

In particolare, nel 2019, si sono registrati 9 eventi di avvistamento per un totale di 40 cetacei, esclusivamente a carico di due specie, il tursiope (80%, n=32) e la balenottera comune (20%, n=8).

Al fine di fornire un inquadramento di maggior dettaglio relativo all'area di interesse, nella seguente figura si riportano anche i dati relativi agli spiaggiamenti rinvenuti lungo le coste toscane nel 2019 (ARPAT, 2020).

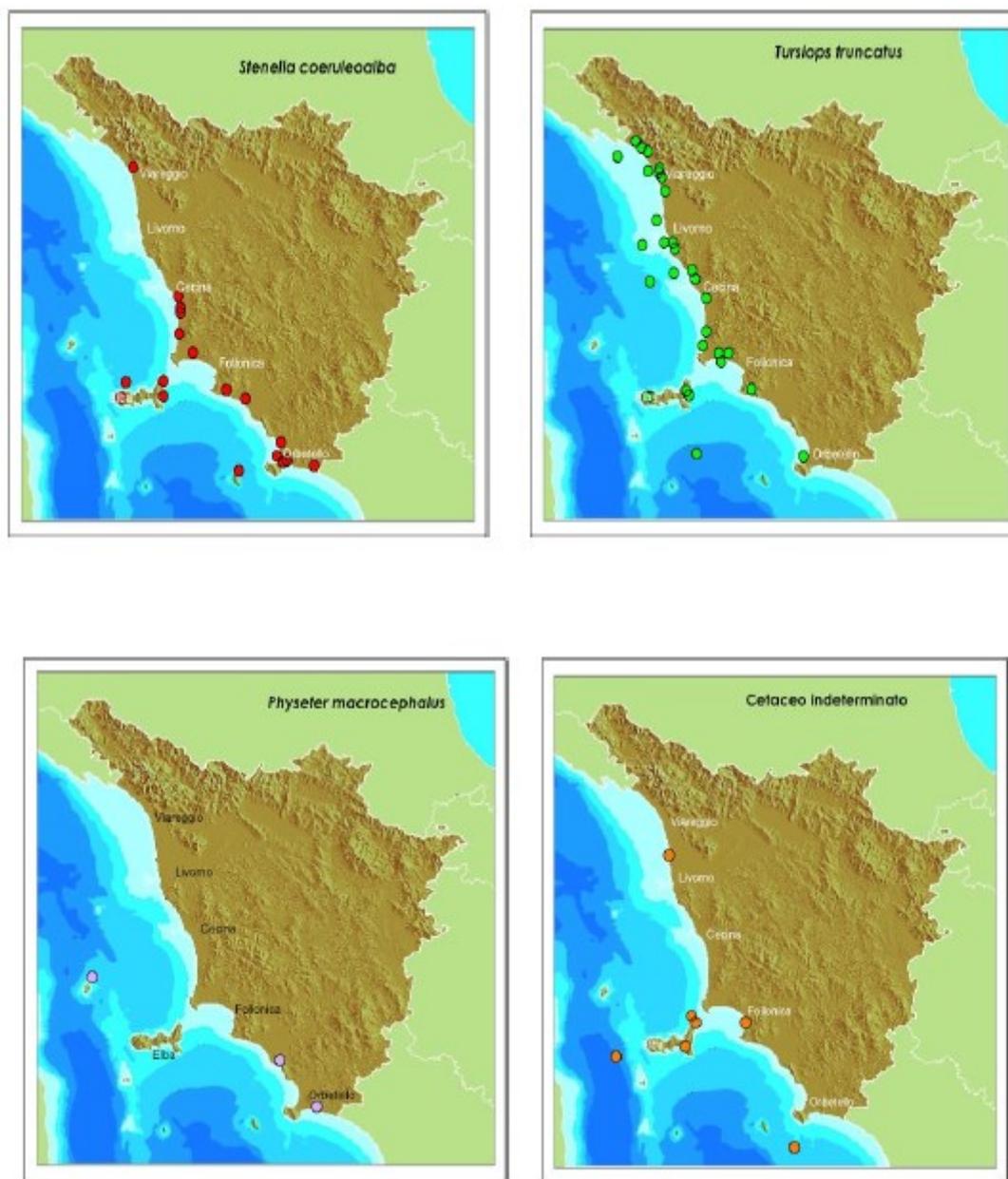


Figura 6.7: Distribuzione Geografica degli Spiaggiamenti per Specie nell’Anno 2019 (ARPAT, 2020)

Nel 2019, complessivamente, si sono registrati 59 eventi di spiaggiamenti lungo le coste toscane. Si tratta del numero più alto mai registrato in toscana dal 1986, quando iniziò il monitoraggio degli eventi di spiaggiamento della Regione. Le specie coinvolte sono state stenella striata (*Stenella coeruleoalba*), tursiope (*Tursiops truncatus*) e capodoglio (*Physeter macrocephalus*). Ben 7 individui, invece, sono rimasti non identificati a causa delle pessime condizioni di conservazione che non hanno nemmeno permesso il riconoscimento specifico, uno comunque di grande dimensioni, probabilmente un altro capodoglio.

Da quanto sopra, è comunque possibile evincere come la costa tra le Province di Pisa e Livorno risulti maggiormente interessata, sia per numero di avvistamenti, sia per numero di spiaggiamenti, dalla presenza del Tursiope.

Tale area, difatti, come accennato al precedente Paragrafo 2.5, è interessata dal recente proposto SIC IT5160021 “Tutela del *Tursiops truncatus*” e, ad ulteriore conferma dell’importanza della stessa per la specie, l’analisi degli

spiaggiamenti e degli avvistamenti così detti “occasionalmente” nel periodo 1988 – 2018, condotta nell’ambito delle attività dell’Osservatorio Toscano Biodiversità (OTB, L.R.30/2015), riporta 319 segnalazioni di tursiopo lungo le coste toscane, tra cui 154 spiaggiamenti e 165 avvistamenti. La maggiore concentrazione di spiaggiamenti di tursiopi si riscontra nella parte più settentrionale della regione ed in particolar modo nell’area compresa tra Viareggio e Livorno con un picco nell’area della Provincia di Pisa.

Anche le caratteristiche batimetriche dell’area in cui è ubicato il Terminale corrispondono all’habitat del Tursiopo e risultano meno adatte a specie quali lo Zifio, il Grampo, il Globicefalo ed il Capodoglio.

Non è ad ogni modo possibile escludere la presenza, anche solo di passaggio, di Stenella, Delfino comune e Balenottera.

6.2.2.2 Tartarughe Marine

La specie più comune di Tartaruga marina nel Mar Mediterraneo è la *Caretta caretta*, sostanzialmente onnivora e tipica delle regioni temperate. Occasionalmente si riscontra la presenza anche di altre specie, quali la Tartaruga liuto (*Dermodochelys coriacea*), planctofaga e di provenienza oceanica o, ancora più raramente, la Tartaruga verde (*Chelonia mydas*), erbivora, normalmente limitata all’estremo settore orientale del Mediterraneo dove si riproduce.

Di seguito si riporta la distribuzione geografica degli avvistamenti, catture accidentali e spiaggiamenti di tartarughe marine, 35 individui di *Caretta caretta* e 3 esemplari della più rara tartaruga verde *Chelonia mydas* avvenuti lungo la costa toscana nel corso del 2019 (ARPAT, 2020).

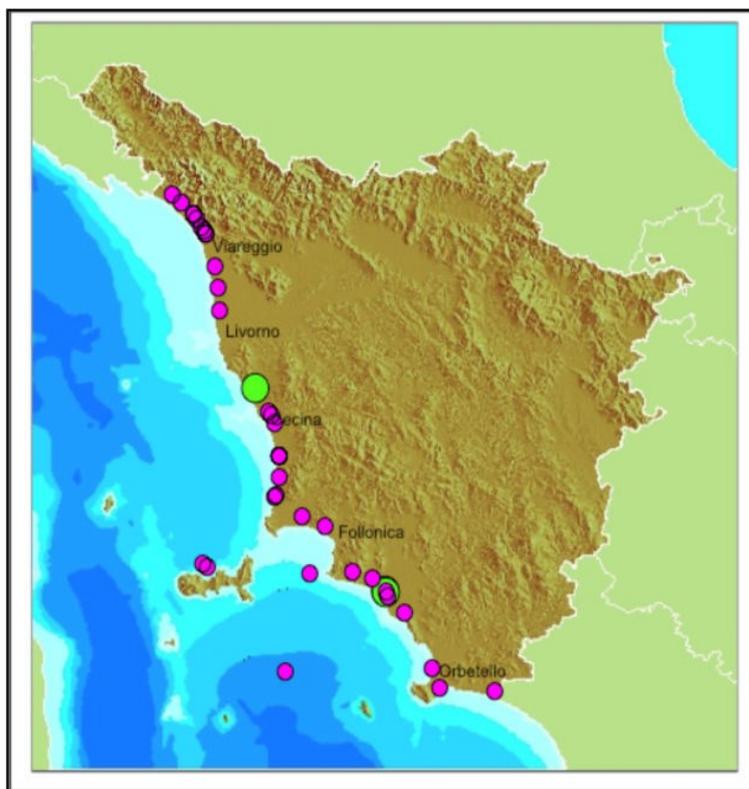


Figura 6.8: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti di Tartarughe Marine nell’Anno 2019 (in verde *C. mydas*) (ARPAT, 2020)

6.2.2.3 Monitoraggi Effettuati nell’Area di Interesse

Nell’ambito del Piano di Monitoraggio dell’Ecosistema Marino, sono state eseguite delle survey nella porzione di mare interessata dal Terminale.

In accordo alle specifiche del MATTM ed ISPRA, l'area di campionamento è stata individuata da un cerchio di 12 mn di diametro e circa 200 km², con centro il punto di ancoraggio del Terminale (Figura seguente). La porzione di mare interessata si trova all'interno della zona meridionale del Santuario Pelagos.



Figura 6.9: Area di Monitoraggio Cetacei

Nella seguente Figura sono riportati alcuni degli avvistamenti antecedenti alla campagna di Bianco E-12 (ante operam).



Figura 6.10: Avvistamenti di cetacei Antecedenti la Fase di Bianco (Tt: *Tursiops truncatus*, St: *Stenella coeruleoalba*, Ba: *Balaenoptera physalus*)

Al termine della campagna di Bianco gli avvistamenti sono stati effettuati principalmente nelle zone Est e Sud, all'interno delle 6 miglia nautiche dal Terminale e Sud-Ovest all'esterno dell'area.



Figura 6.11: Avvistamenti nella Campagna di Bianco E12

Nel sesto anno di monitoraggio (A18-I19-P19-E19) all'interno dell'area di monitoraggio sono stati effettuati quattro avvistamenti di delfini tursiopi (*Tursiops truncatus*), uno a Nord, due a Nord-Est, ed uno a Sud. La distribuzione degli avvistamenti rispetta il comportamento caratteristico delle specie. Rispetto alle precedenti cinque campagne, questo è l'anno con il minor numero di avvistamenti, mentre il terzo anno rimane quello con il maggior numero. Si noti che l'avvistamento effettuato durante A18 rappresenta l'avvistamento più a Sud mai registrato negli anni di monitoraggio in presenza del Terminale. Tale evento tuttavia risulta in linea con i dati di presenza del Tursiope di fronte a Livorno.

Da sottolineare la presenza di tursiopi nel 2018 a poche centinaia di metri dal Terminale unico evento registrato. Di seguito le mappe con gli avvistamenti per campagna annuale.



Figura 6.12: Avvistamenti 3° Anno (A15-I16-P16-E16)



Figura 6.13: Avvistamenti 4° Anno (A16-I17-P17-E17)



Figura 6.14: Avvistamenti 5° Anno (A17-I18-P18-E18)



Figura 6.15: Avvistamenti 6° Anno (A18-I19-P19-E19)

Il posizionamento del Terminale e la creazione della corrispondente area di interdizione potrebbero aver influenzato gli spostamenti dei Tursiopi andando a modificare le rotte dei pescherecci a strascico. Si osserva che gli avvistamenti, in linea con le altre annualità, si concentrano prevalentemente nei settori Nord ed Est, dove si concentrano anche le attività di strascico. Questa distribuzione non era stata osservata prima dell'arrivo del Terminale.

Fra le particolarità, occorre ricordare che nelle campagne P17, P18 e P19 non sono stati effettuati avvistamenti. La modifica degli spostamenti dei delfini nell'area più vicina all'FSRU sia in quella perimetrale esterna, si evince dal confronto tra i sei anni di campionamento e il Bianco. Una maggiore corrispondenza con i dati storici riguarda gli avvistamenti nelle zone Nord ed Est. Al contrario sono stati osservati dei cambiamenti verso il lato Nord-Ovest per l'assenza di pesca a strascico dopo il posizionamento del Terminale.

L'assenza di rilevamento di tartarughe marine anche durante il sesto anno non risulta allarmante dovuto principalmente al loro comportamento specifico: apnee di qualche ora, stazionamento in superficie solo per brevissimi periodi, rapida immersione in caso di disturbi esterni e scelta neritica di stazionamento e ricerca del cibo.

6.2.3 Fauna Ittica

6.2.3.1 Caratterizzazione Generale

Nell'area marina rappresentata dalla porzione di Mar Ligure Meridionale delimitata ad Est dalla costa toscana, compresa tra la foce del fiume Magra e la costa settentrionale dell'Isola d'Elba, ad Ovest dalla batimetrica degli 800 m e dal limite delle acque territoriali corse, secondo quanto riportato nell'ambito del Progetto BioMarT – Componenti biotiche e ambientali determinanti per la biodiversità, sono state registrate circa 300 specie raccolte grazie ai progetti di pesca demersale Grund e Medits, il progetto abissale e quello pelagico (Regione Toscana, 2009).

Nella campagna abissale sono state catturate complessivamente 60 specie. Tra queste una decina possono essere considerate caratterizzanti l'ambiente abissale.

Gli individui catturati rappresentano diverse classi di taglia e di età a dimostrazione del fatto che queste specie sono più rappresentative dell'ambiente pelagico ed hanno popolazioni strutturate a grandi profondità. Anche la cattura del gambero rosso *Aristeus antennatus* a grandi profondità ha mostrato caratteristiche "nuove" rispetto alle consuete catture effettuate con altri progetti. A grandi profondità, infatti, (questa specie nel progetto abissale è stata catturata principalmente tra 900 e 1,200 metri) si sono catturati essenzialmente giovani e maschi di gambero rosso.

Le specie numericamente più abbondanti sono risultate nell'ordine: *Lepidion lepidion*, *Cymbulia peronii*, *Alepocephalus rostratus* e *Galeus melastomus*.

Per quanto riguarda il progetto pelagico, le specie che costituiscono il pesce azzurro, inteso come categoria commerciale, tendono ad aggregarsi e a compiere migrazioni stagionali, trascorrendo tutta la loro vita nell'ambiente pelagico. L'alice (*Engraulis encrasicolus*) e la sardina (*Sardina pilchardus*) sono le specie tradizionalmente più conosciute, anche perché pescate in maggiore quantità e quindi più commercializzate.

Tra le specie maggiormente catturate si riscontrano inoltre: la salpa (*Salpa salpa*), le occhiate (*Oblada melanura*), i sugarelli (*Trachurus sp.*), le mormore (*Lythognathus mormyrus*), le orate (*Spaurus aurata*), le boghe (*Boops boops*), gli sgombri (*S. scombrus*) e i saraghi (*Diplodus sp.*), la ricciola (*S. dumerillii*) e la palamita (*Sarda sarda*).

Le acque toscane ospitano inoltre alcune specie di pesci cartilaginei. In particolare, nel 2019 sono state segnalate No. 5 differenti specie: la verdesca *Prionace glauca*, lo squalo capopiatto *Hexanchus griseus*, lo squalo bruno *Carcharhinus obscurus* (da confermare), il mako *Isurus oxyrinchus* e la manta *Mobula mobular* (ARPAT, 2020).

Nello specifico, si tratta di 23 segnalazioni (per un totale di 25 animali, 17 vivi ed 8 morti) di cui 6 eventi di avvistamenti (24%) e 19 di cattura accidentale (76%) causata da attrezzi da pesca. Tra questi 11 animali erano ancora vivi (soprattutto verdesche di piccole dimensioni ed una giovane manta) e sono stati subito rilasciati; 8 pesci erano morti e di questi 6 esemplari sono stati campionati in laboratorio per approfondire la conoscenza sulla biologia di queste specie. Molti degli esemplari registrati nel 2019 erano giovanissimi pesci cartilaginei.

Un ritrovamento non così consueto è rappresentato dal *C. obsurus*: essendo anch'esso un esemplare appena nato (59 cm di lunghezza totale, meno di 1.2 kg di peso contro i 4 m dell'adulto) di cui l'esatta determinazione specifica non è stata semplice. L'analisi genetica confermerà o meno l'esattezza della determinazione.

Le seguenti figure riportano le mappe della localizzazione geografica di tali segnalazioni/catture.

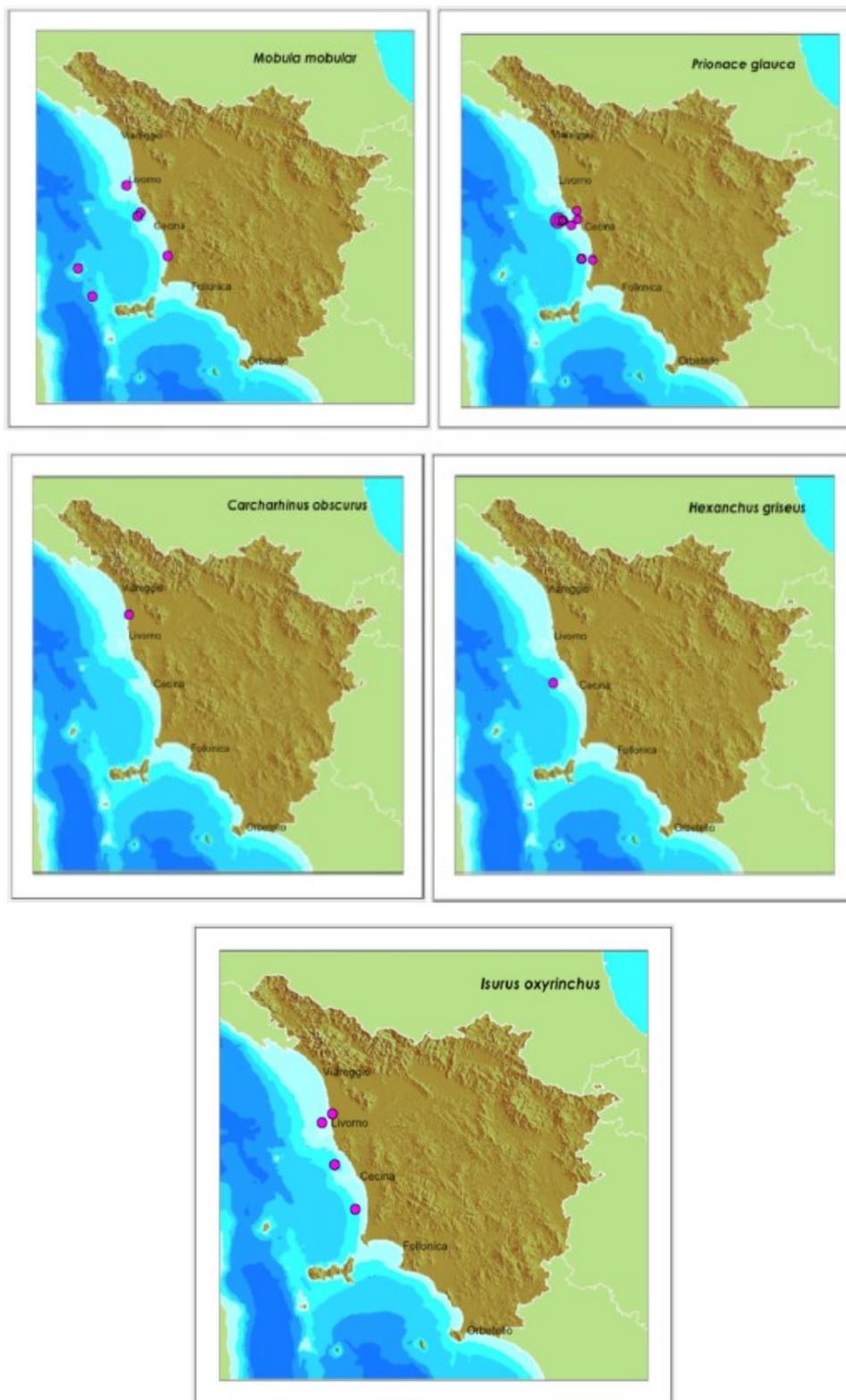


Figura 6.16: Distribuzione Geografica degli Avvistamenti e Cature delle diverse Specie di Pesci Cartilaginei in Toscana – 2019 (ARPAT, 2020)

6.2.3.2 Attività di Monitoraggio nell'Area di Interesse

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio dell'Ecosistema Marino del Terminale, sono state effettuati monitoraggi sulla:

- ✓ Fauna Ittica Bentonectonica, tramite:
 - campionamenti con reti da posta,
 - campionamenti con reti a traino da fondo;
- ✓ Fauna Ittica Pelagica, tramite reti da posta galleggianti.

Nei seguenti paragrafi sono riportati gli esiti delle campagne effettuate nel corso del 6° anno di monitoraggio (Autunno 2018 – Estate 19) e confronto con gli anni precedenti (a partire dal Bianco, 2012).

6.2.3.2.1 Fauna Ittica Bentonectonica

I risultati della campagna di monitoraggio del VI° anno hanno riportato la cattura di 83 specie durante la campagna invernale e 79 specie in quella estiva e in particolare:

- ✓ con la rete a strascico sono state catturate 38 specie (I-19) e 36 specie (E-19) di Osteitti, 2 (I-19) e 3 (E-19) di Condroitti, 2 di Crostacei Decapodi (entrambe le campagne) e 9 di Molluschi Cefalopodi (entrambe le campagne);
- ✓ con le reti da posta sono state catturate 13 specie (I-19) e 23 specie (E-19) di Osteitti, 2 di Condroitti (entrambe le campagne), 2 di Crostacei Decapodi (E-19) e 1 (I-19) e 2 (E-19) di Molluschi Cefalopodi.

Nella Figura seguente si riporta la composizione in percentuale delle catture dei principali gruppi tassonomici campionati con la rete a strascico In Inverno 2019 e nell'Estate del 2019.

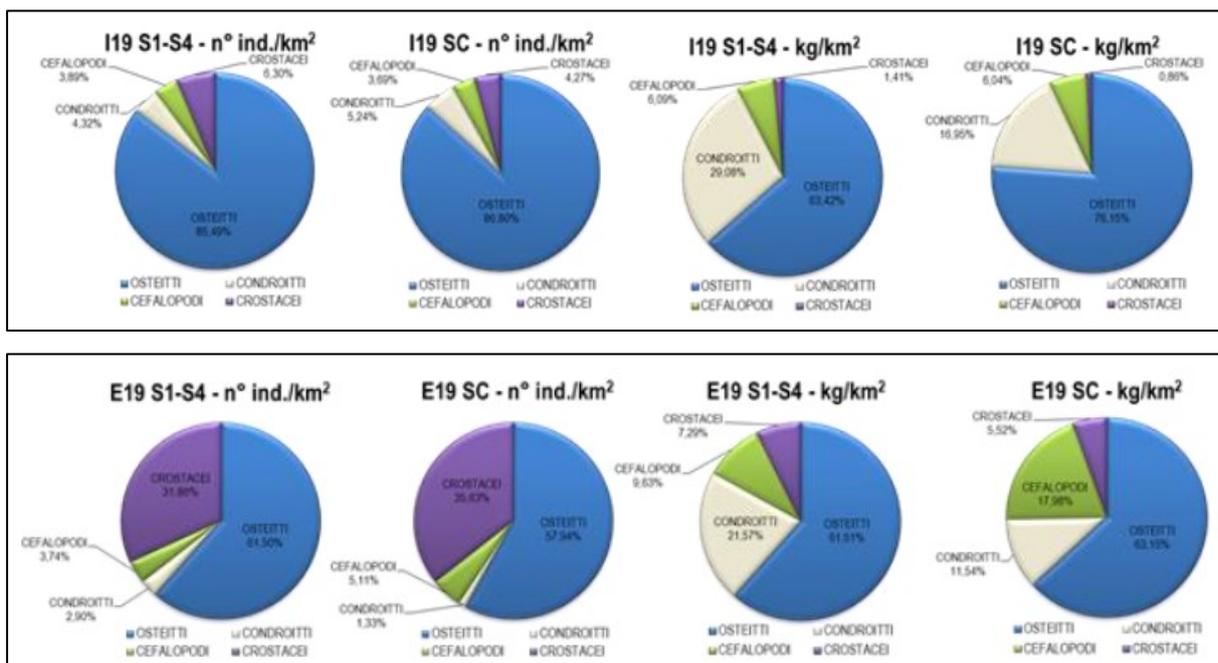


Figura 6.17: Rete a Strascico: Composizione Percentuale delle Catture, espressa come N. Individui/km2 e kgkm2, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni S1-S4 e SC Inverno 2019 (sopra) e Estate 2019 (sotto)

Nel corso della campagna invernale, tra gli Osteitti campionati nelle stazioni in prossimità del terminale (I19 S1-S4) la specie più abbondante è risultata la triglia di fango, *Mullus barbatus*. Sempre tra gli Osteitti, altre specie che mostrano indici elevati sono il caviglione, *Lepidotrigla cavillone*, il sacchetto, *Serranus hepatus*, il sugarello maggiore, *Trachurus mediterraneus*, il pesce trombetta, *Macroramphosus scolopax* ed il nasello, *Merluccius merluccius*. Nel gruppo dei Condroitti il gattuccio, *S. canicula*, è risultata la specie più abbondante. Il gruppo dei Crostacei Decapodi è rappresentato da solamente due specie la più abbondante delle quali è il gambero bianco,

Parapenaeus longirostris. Tra i Molluschi Cefalopodi la specie con gli indici di densità e biomassa più elevati è risultato il totano, *Illex coindetii*, seguito dal moscardino, *Eledone cirrhosa*, e dalla seppia pizzuta, *Sepia orbygnana*.

Anche nella stazione di controllo I19 SC, nel gruppo degli Osteitti, la specie più abbondante è la triglia di fango, *M. barbatus*. Tra gli Osteitti altre specie particolarmente abbondanti sono il sugarello, *Trachurus trachurus*, il caviglione, *L. cavillone*, la boga, *Boops boops*, ed il nasello, *M. merluccius*. Nella stazione I19 SC il gruppo dei Condroitti è rappresentato esclusivamente dal gattuccio, *S. canicula*. Anche nella stazione di controllo I19 SC il gruppo dei Crostacei Decapodi è rappresentato da sole due specie. La specie più abbondante è ancora il gambero bianco, *P. longirostris*. Nel gruppo dei Molluschi Cefalopodi campionati nella stazione di controllo la specie più abbondante è il moscardino, *E. cirrhosa*, seguito dal totano *I. coindetii* e dalla seppia pizzuta, *S. orbygnana*.

Nel periodo estivo, tra gli Osteitti campionati nelle stazioni in prossimità del terminale (E19 S1-S4) la specie più abbondante è la triglia di fango, *Mullus barbatus*. Sempre tra gli Osteitti, altre specie che mostrano indici elevati sono l'acciuga, *Engraulis encrasicolus*, il nasello, *Merluccius merluccius*, il sugarello, *Trachurus trachurus*, il sacchetto, *Serranus hepatus* ed il caviglione, *Lepidotrigla cavillone*. Tra i Condroitti il gattuccio, *S. canicula*, è la specie più abbondante. Nel gruppo dei Crostacei Decapodi la specie più abbondante è il gambero bianco, *P. longirostris*. Tra i Molluschi Cefalopodi la specie con gli indici di densità e biomassa più elevati è il totano, *Illex coindetii*, seguito dal moscardino, *Eledone cirrhosa* e dalla seppietta, *Sepia elegans*.

Nella stazione di controllo E19 SC, per quanto riguarda il gruppo degli Osteitti, la specie più abbondante è il sugarello, *T. trachurus*. Tra gli Osteitti altre specie particolarmente abbondanti sono il caviglione, *L. cavillone*, il nasello, *M. merluccius*, la triglia di fango, *M. barbatus*, il sugarello maggiore, *Trachurus mediterraneus*, ed il pagello fragolino, *Pagellus erythrinus*. Il gruppo dei Condroitti è rappresentato esclusivamente dal gattuccio, *S. canicula*. Anche nella stazione di controllo E19 SC la specie più abbondante appartenente al gruppo dei Crostacei Decapodi è il gambero bianco, *P. longirostris*. Nel gruppo dei Molluschi Cefalopodi la specie più abbondante è il totano *I. coindetii*, seguito dal moscardino, *E. cirrhosa* e dalla seppia pizzuta, *Sepia orbignyana*.

Il confronto tra le due campagne di bianco (B ed BP), le campagne dell'anno 2014 (I14 ed E14), del 2015 (I15 ed E15), del 2016 (I16 ed E16), del 2017 (I17 ed E17), del 2018 (I18 ed E18) e del 2019 (I19 ed E19) effettuate con rete a strascico mostra, dal punto di vista delle specie catturate, una tendenza alla diminuzione fino all'anno 2015, seguita da un incremento costante nelle successive campagne. L'analisi degli ultimi due anni di campionamento (2018 e 2019) ha mostrato un incremento nel numero di specie campionate nel 2019, sia per il campionamento estivo che per quello invernale. Per quanto riguarda le specie comuni, le specie esclusive delle stazioni S1-S4 e le specie esclusive della stazione SC, le percentuali stimate per le campagne invernali I18 ed I19 sono costanti, mentre nelle campagne estive si registra, per la campagna E19, un incremento delle percentuali relative alle specie comuni e alle specie esclusive della stazione SC. In generale è possibile osservare che, a partire dalla campagna I16, le percentuali delle specie comuni e delle specie esclusive delle stazioni S1-S4 risultano abbastanza costanti, mentre il gruppo delle specie esclusive della stazione SC mostra variabilità nel corso delle diverse campagne.

Nella Figura seguente si riporta la composizione percentuale delle catture, espressa con indici di densità e biomassa, dei principali gruppi tassonomici campionati con le reti da posta nell'Inverno 2019 e nell'Estate del 2019.

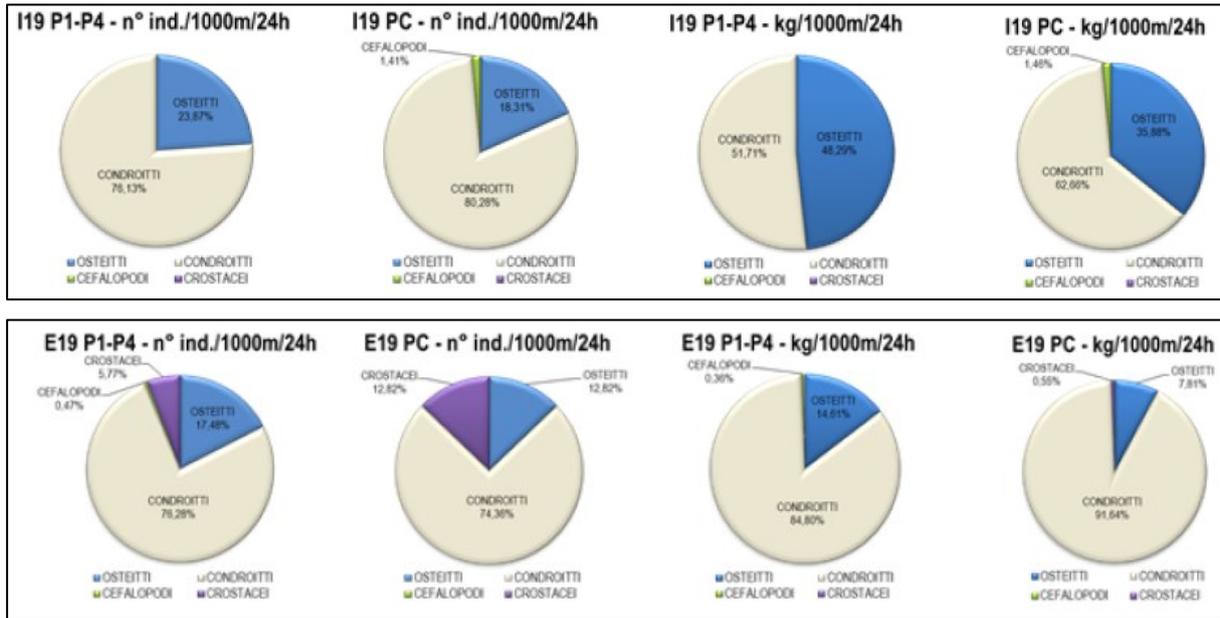


Figura 6.18: Reti da Posta: Composizione Percentuale delle Cature, espressa come N. Individui/1000m/24h e kg/1000m/24h, dei Principali Gruppi Tassonomici Campionati nelle Stazioni P1-P4 e PC Inverno 2019 e Estate del 2019

Nell'ambito della campagna invernale, il gattuccio, *Scyliorhinus canicula*, è risultata la specie più abbondante in assoluto, sia nel gruppo di stazioni poste in prossimità del terminale (I19 P1-P4), sia nella stazione di controllo (I19 PC). Nel gruppo degli Osteitti, la specie con gli indici più elevati è risultata la rana pescatrice, *Lophius budegassa*, sia nel gruppo di stazioni I19 P1-P4, sia nella stazione I19 PC. In questo gruppo è anche da segnalare la linguattola, *Citharus linguatula*, catturata esclusivamente nelle stazioni in prossimità del terminale (I19 P1-P4) ed il rombo quattrocchi, *Lepidorhombus boschii*, sia nel gruppo di stazioni I19 P1-P4, sia nella stazione I19 PC.

Durante la campagna estiva, il gattuccio, *Scyliorhinus canicula*, è risultata la specie più abbondante in assoluto, sia nel gruppo di stazioni poste in prossimità del terminale (E19 P1-P4), sia nella stazione di controllo (E19 PC). Gli indici di densità e biomassa delle specie del gruppo degli Osteitti sono risultati molto bassi. Tra le specie con gli indici più elevati ci sono la linguattola, *Citharus linguatula*, presente esclusivamente nelle stazioni in prossimità del terminale ed il pagello occhialone, *Pagellus bogaraveo*, presente anche questo solo nel gruppo di stazioni E19 P1-P4. Tra i Crostacei Decapodi si segnala il gambero bianco, *Parapenaeus longirostris*, sia nel gruppo di stazioni E19 P1-P4, sia nella stazione E19 PC.

Il confronto tra le due campagne di bianco (B ed BP), le campagne dell'anno 2014 (I14 ed E14), del 2015 (I15 ed E15), del 2016 (I16 ed E16), del 2017 (I17 ed E17), del 2018 (I18 ed E18) e del 2019 (I19 ed E19) mostra una ripresa nel numero delle specie totali catturate nell'anno 2019 rispetto a quanto osservato nell'anno precedente. Il confronto delle campagne effettuate negli ultimi due anni (2018 e 2019) ha mostrato un andamento delle percentuali abbastanza costante per le campagne estive E18 ed E19, mentre le campagne invernali I18 ed I19 hanno mostrato una certa variabilità. L'andamento fluttuante del numero di specie che si può osservare nel corso delle varie campagne è da collegare alla dinamica stagionale dei popolamenti ittici, con una maggiore ricchezza specifica nel periodo estivo rispetto a quello invernale.

6.2.3.2.2 Fauna Ittica Pelagica

Il campionamento è stato effettuato mediante l'uso di reti da posta galleggianti da posizionare in prossimità del Terminale, dalla superficie fino a 25-30 m di profondità. L'attività ha richiesto 2 giornate di pesca. Il primo giorno la rete, lunga 1000m, è stata calata in prossimità del Terminale galleggiante e lasciata in pesca per circa 3 ore. Nei giorni successivi la medesima rete è stata calata a maggiore distanza dal Terminale (controllo) e tenuta in pesca per circa 3 ore.

Le stazioni di campionamento dal terzo anno di monitoraggio vengono indicate con le sigle PD (stazione prossima al Terminale) e PDC (stazione assunta come "controllo" ossia distante dal Terminale in modo da non esserne influenzata).

Nella campagna estiva E-19 le catture delle reti da posta pelagiche sono state registrate solo nella stazione di controllo, E-19 PDC. In questa stazione è stato campionato un unico esemplare di tombarello, *Auxis rochei rochei*, con un indice di densità di 9 ind./1000 m/24h ed un indice di biomassa di 12.6 kg/1000 m/24h. L'esemplare aveva una taglia di 46.5 cm LT.

Lo scarso numero di individui catturati e la completa assenza di cattura nel campionamento effettuato nella stazione in prossimità del terminale E19 PD è da mettere in relazione con le caratteristiche di questo tipo di pesca e delle specie che si vanno ad insidiare. La concentrazione degli esemplari in genere è molto bassa ed organizzata in branchi che non hanno una distribuzione continua.

6.3 ACQUE E SEDIMENTI

6.3.1 Acque Marine

6.3.1.1 Profili Idrologici

Secondo quanto riportato Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino VI° anno di monitoraggio (2019), i profili idrologici sono stati eseguiti nelle quattro stagioni di indagine ossia su base trimestrale tramite sonda Idromarambiente, modello MAR-3 dotata di sensori specifici per la determinazione dei seguenti parametri:

- ✓ Temperatura;
- ✓ Conducibilità;
- ✓ Ossigeno;
- ✓ pH;
- ✓ Potenziale redox;
- ✓ Torbidità;
- ✓ Fluorescenza.

I profili sono stati eseguiti in corrispondenza delle No.14 stazioni posizionate nelle coordinate riportate nella Tabella 6.1 (si veda il precedente Paragrafo 6.2.1.2).

Di seguito si riporta quanto emerso dall'analisi dei dati rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate dal 2012 (Bianco), al 2019.

6.3.1.1.1 *Temperatura*

Nel corso delle campagne estive (B, E14, E15, E16, E17, E18, E19) la temperatura è variata entro un range ampio, come tipicamente accade in questa stagione dell'anno, tra 12.68 e 27.46 °C lungo tutto il profilo batimetrico. Il termoclino stagionale è sempre presente e ben marcato. Le temperature massime e la profondità del termoclino subiscono qualche variazione tra un anno e l'altro, in ragione probabilmente della variazione della data di campionamento insieme con le differenti condizioni meteo del periodo estivo, che possono influenzare più o meno marcatamente il riscaldamento dello strato superficiale. La temperatura della colonna d'acqua nello strato prossimo al fondo non ha mostrato variazioni evidenti nei diversi anni, non essendo direttamente influenzata dal riscaldamento superficiale. Non si sono notate differenze marcate nel profilo di temperatura tra le diverse stazioni.

Solo il Bianco ha mostrato un profilo differente nelle due stazioni poste più a largo, dove si è osservato un termoclino non ancora ben definito. Ciò potrebbe essere dovuto ad un rimescolamento delle masse d'acqua nell'area più lontana dalla costa.

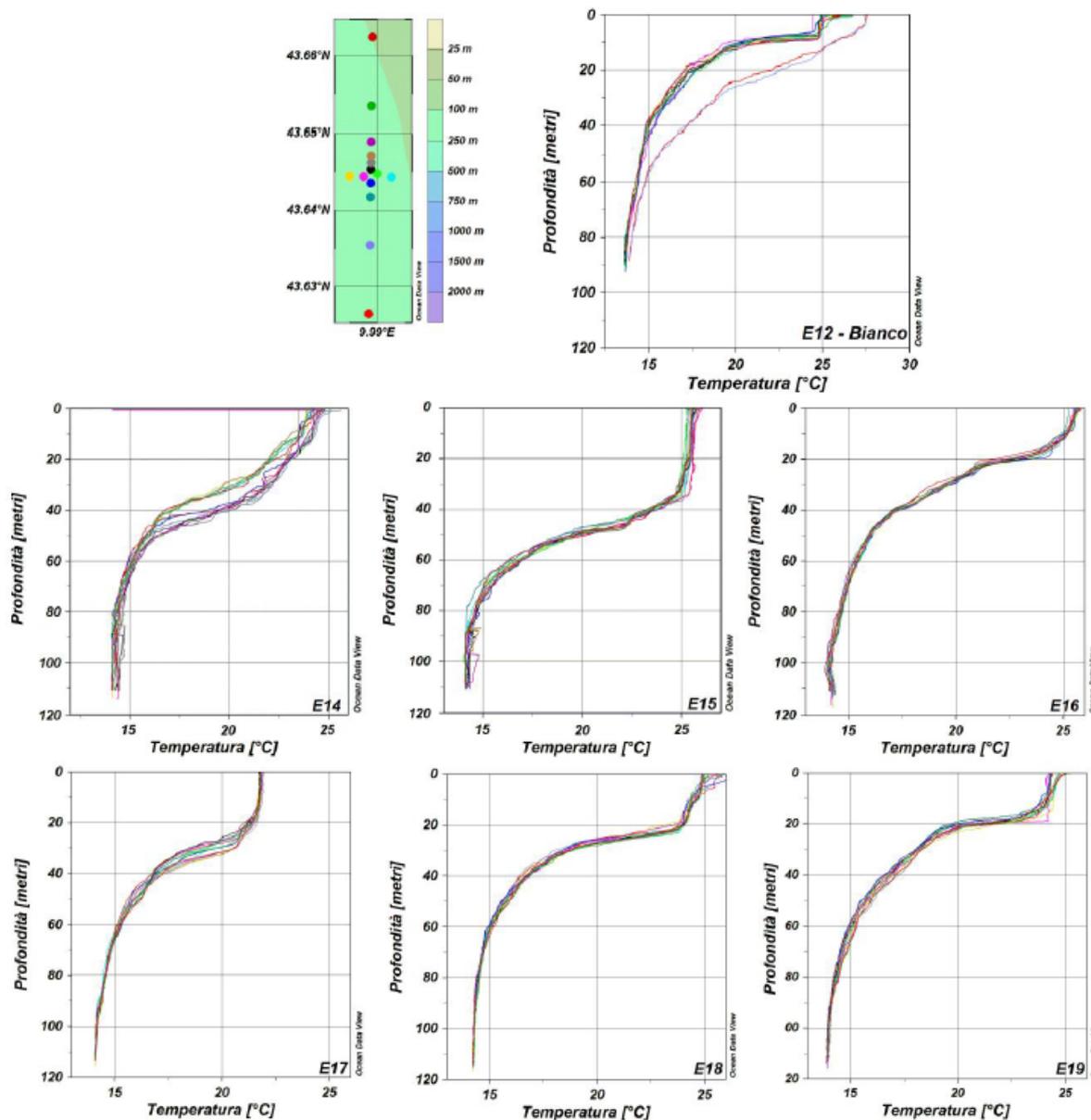


Figura 6.19: Confronto tra i Dati di Temperatura del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

In autunno il profilo di temperatura è risultato più omogeneo variando tra 14.36 e 19.05°C, con una differenza tra i valori minimo e massimo piuttosto variabile nelle sei campagne (Δ A13: 1.4°C, Δ A14: 3.65°C, Δ A15: 3.31°C, Δ A16: 3.8°C, Δ A17: 3.0°C, Δ A18: 1.6°C).

La temperatura nella campagna invernale è risultata variare in un range molto ristretto tra 12.7 e 14.75°C con differenze ridotte tra minimo e massimo nelle singole campagne (Δ I14: 0.66°C, Δ I15: 1.31°C, Δ I16: 0.37°C, Δ I17: 0.1°C, Δ I18: 0.90°C, Δ I19: 0.25 °C). Come di consueto le masse d'acqua risultano più omogenee rispetto alle altre stagioni a causa della dinamica invernale nell'area di indagine.

Analogamente a quanto osservato in estate, la temperatura primaverile lungo il profilo batimetrico è risultata eterogenea variando tra 14.1 e 25.61°C e la differenza tra i valori minimo e massimo nelle singole campagne è elevata (Δ P14: 11.09°C, Δ P15: 9.45°C, Δ P16: 5.51°C, Δ P17: 7.9°C, Δ P18: 5.8°C, Δ P19: 7.5°C). Dai profili si evince che in questa stagione le masse d'acqua presentano un elevato grado di rimescolamento.

In generale gli andamenti della temperatura sembrano dipendere dalla stagione.

A conferma, di quanto sopra, gli andamenti osservati nelle stazioni vicine e lontane dal Terminale sono del tutto confrontabili.

6.3.1.1.2 Salinità

Nel corso delle sette campagne estive (B, E14, E15, E16, E17, E18 ed E19) questo parametro è risultato variare tra 37.2 e 38.5. Il profilo verticale delle diverse stazioni è risultato molto simile nelle campagne B, E14, E16, E17, E18 ed E19. In questi periodi le stazioni non hanno mostrato differenze significative, evidenziando l'omogeneità dell'area indagata durante il campionamento. Alla profondità corrispondente al termocline compresa tra i 20 ed i 40 metri, è stato osservato anche un aloclino. Tra i diversi anni sono state registrate differenze nel profilo verticale, dovute probabilmente, come già per il termocline, al differente periodo d'indagine tra un'estate e l'altra. La campagna effettuata nel 2015 (E15) ha mostrato delle peculiarità rispetto ai campionamenti precedenti e successivi.

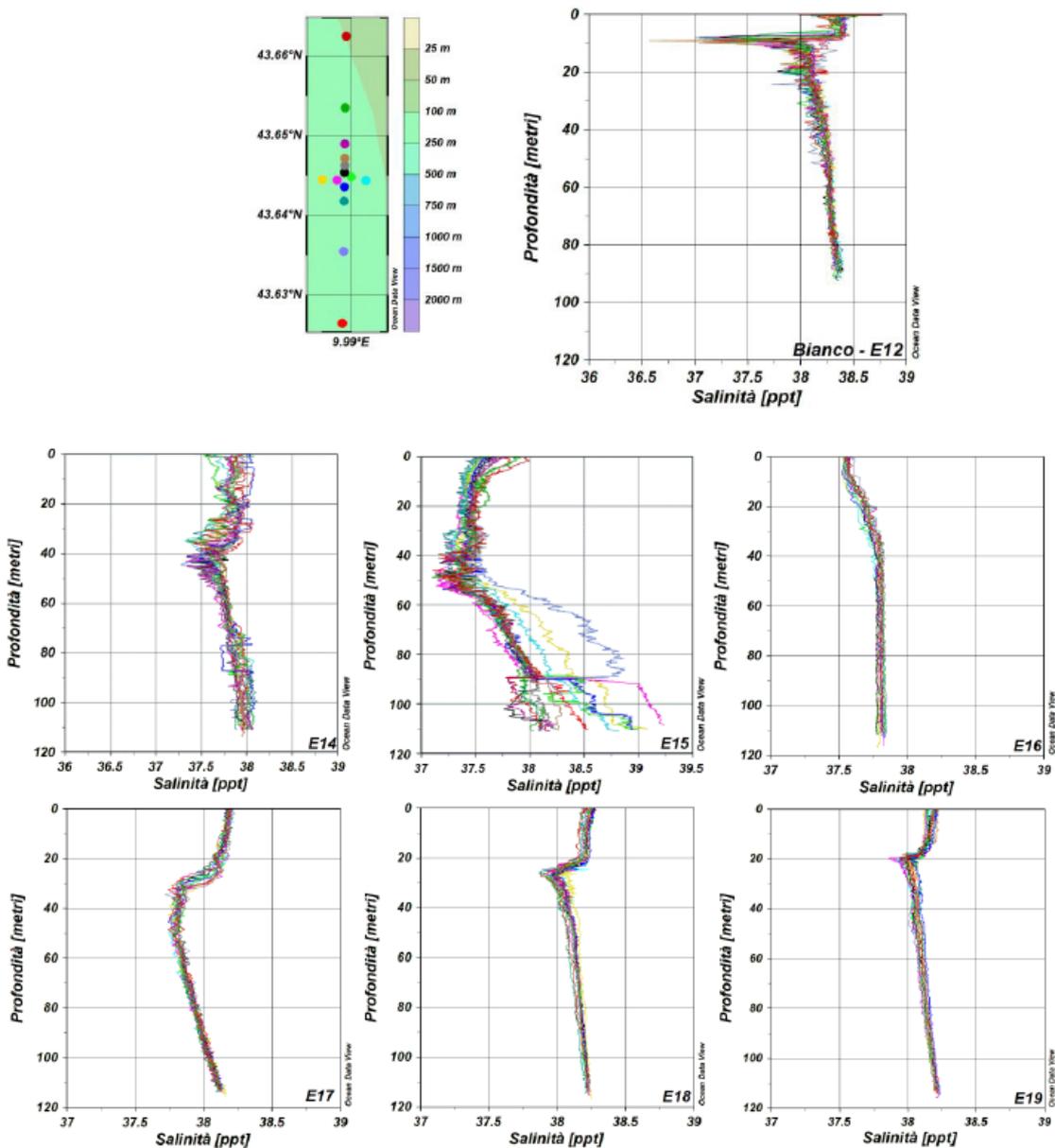


Figura 6.20: Confronto tra i Dati di Salinità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

In generale nel periodo autunnale la salinità ha mostrato deboli variazioni. Tale andamento è tipico di questa stagione in cui avviene un rimescolamento importante delle masse d'acqua con valori che oscillano tra 37.09 e 38.2 ppt e con scarse differenze tra minimo e massimo nelle singole campagne (Δ A13: 0.3 ppt; Δ A14: 0.45 ppt; Δ A15: 0.61 ppt, Δ A16: 0.5 ppt, Δ A17: 0.2 ppt, Δ A18: 0.2 ppt).

Analogamente a quanto osservato nelle stagioni autunnali, in inverno la salinità ha mostrato variazioni minime, comprese tra 37.19 e 38.2 ppt. Tale andamento riflette un marcato rimescolamento delle masse d'acqua che si verifica tipicamente anche in questa stagione. Di conseguenza le differenze misurate tra minimo e massimo nelle singole campagne sono risultate basse (Δ I14: 0.6 ppt; Δ I15: 0.67 ppt; Δ I16: 0.11 ppt; Δ I17: 0.2 ppt; Δ I18: 0.5 ppt; Δ I19: 0.1 ppt).

In primavera questo parametro è variato tipicamente in un range decisamente più ampio rispetto a quello invernale compreso tra 35.73 e 38.23 ppt a testimonianza di un fenomeno di stratificazione delle acque e la differenza tra minimo e massimo nelle singole campagne è risultata bassa (Δ P14: 1.85 ppt; Δ P15: 1.32 ppt; Δ P16: 2.5 ppt; Δ P17: 0.4 ppt; Δ P18: 0.2 ppt; Δ P19: 0.2 ppt).

Anche per la salinità, come per la temperatura, non si individuano anomale alterazioni degli andamenti stagionali e le variazioni da una stagione all'altra osservate nelle stazioni in prossimità del Terminale non risultano alterate rispetto alle stazioni lontane.

6.3.1.1.3 pH

I profili di pH, fatta eccezione per la campagna E14 i cui valori variavano fra 6.5 e 9, hanno mostrato tutti andamenti e valori omogenei su tutta la colonna d'acqua e intorno a 8, leggermente superiori a quelli registrati nella campagna di Bianco E12. Non si è osservata disomogeneità tra le stazioni prossime all'FSRU e le altre.

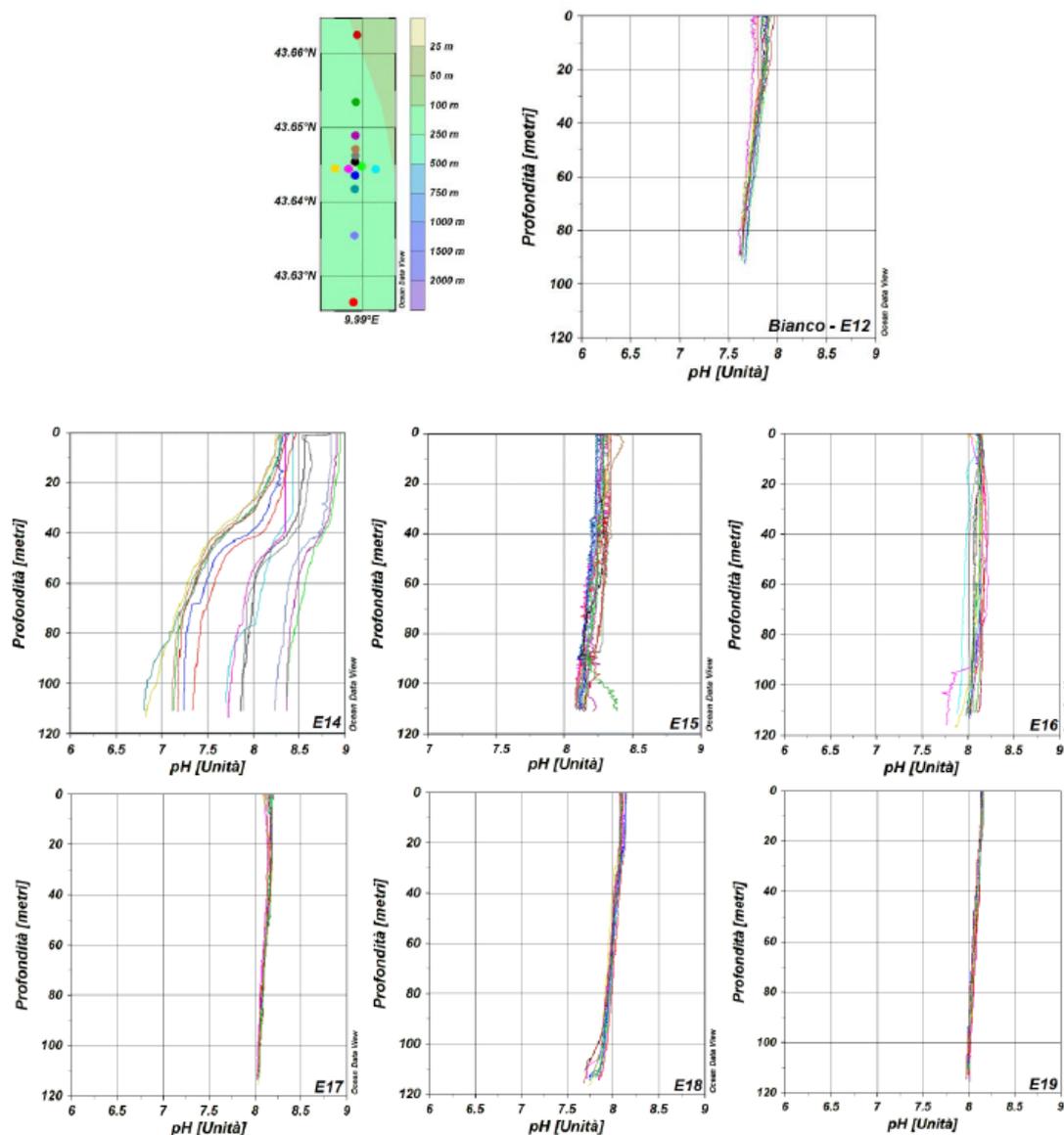


Figura 6.21: Confronto tra i Dati di pH del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

I profili di pH, fatta eccezione per la campagna E14, i cui valori variano fra 7 e 9 unità, mostrano tutti andamenti e valori omogenei su tutta la colonna d'acqua uguali a quelli registrati nella campagna di Bianco E12. Non si è osservata disomogeneità tra le stazioni prossime all' FSRU e le altre.

6.3.1.1.4 Torbidità

Per tutto il periodo di indagine, nelle campagne estive sono stati osservati valori bassi di torbidità, compresi per lo più tra 0 e 2 NTU, tendenti ad aumentare con l'aumentare della profondità in tutte le stazioni, indipendentemente dalla loro distanza dall'FSRU. Non risultano variazioni nei valori di torbidità fra una stagione e l'altra. Non sono state osservate anomalie nel tempo e nelle stazioni prossime al Terminale rispetto alle stazioni lontane.

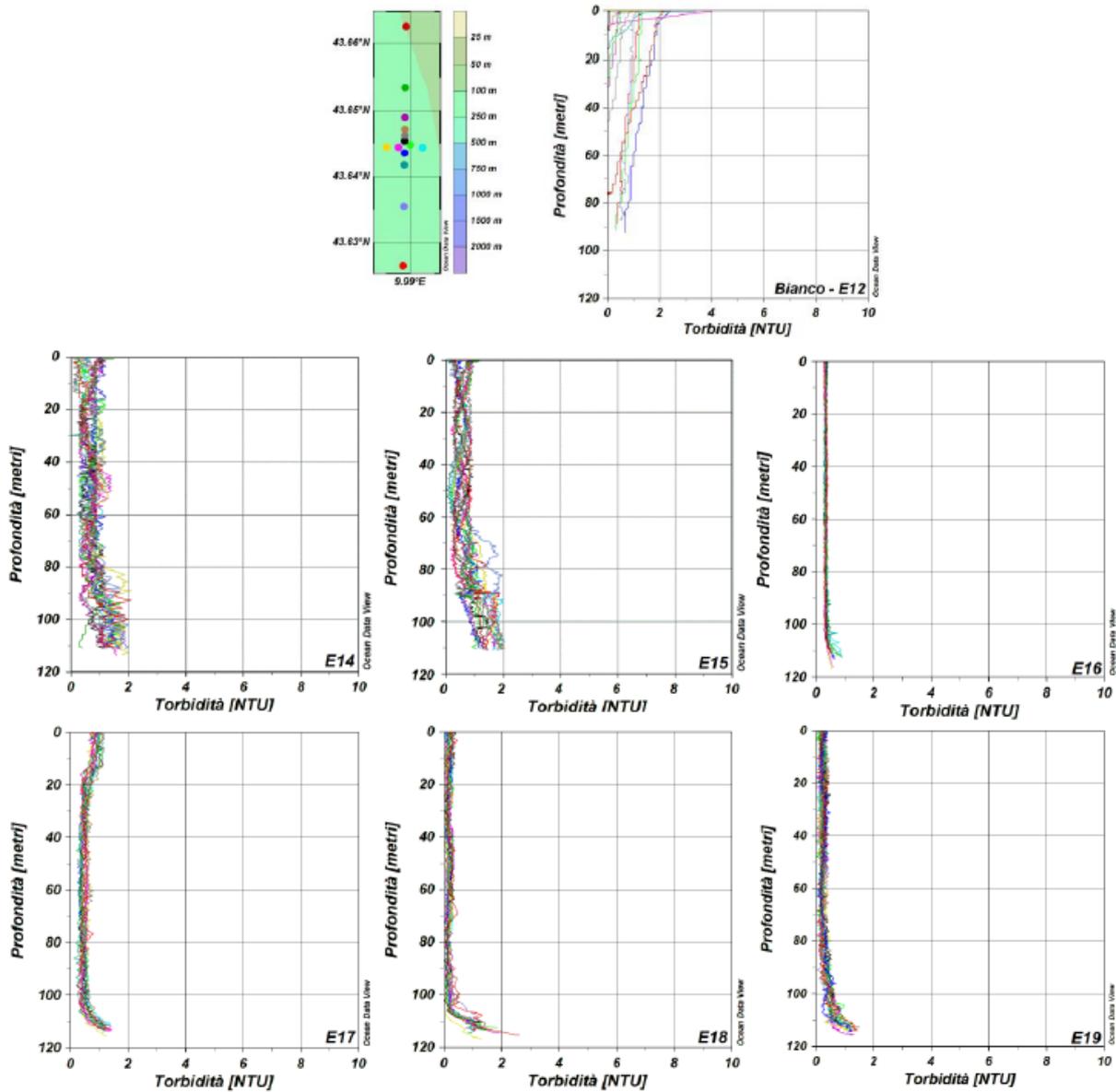


Figura 6.22: Confronto tra i Dati di Torbidità del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

6.3.1.1.5 Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%)

Nella quasi totalità delle campagne estive (B, E14, E15, E17, E18 ed E19) questo parametro è variato tra l'80% e il 116.9%. Unica eccezione è rappresentata dall'Estate 2016, in cui si è assistito, al contrario, ad una variazione minima di questo parametro. Non si sono osservate differenze significative tra le varie stazioni nei singoli anni di indagine, se non per il campionamento del 2015, durante il quale le stazioni poste in prossimità dell'FSRU hanno evidenziato saturazioni inferiori. I livelli di ossigeno disciolto non hanno comunque evidenziato livelli di ossigenazione critici in nessuno dei periodi monitorati e sono sempre risultati ampiamente superiori ai livelli di ipossia (30-40%). Le variazioni interannuali rientrano nella normale variabilità stagionale dovute ai complessi processi chimico-fisico-biologici che controllano i livelli di ossigenazione delle acque del mare.

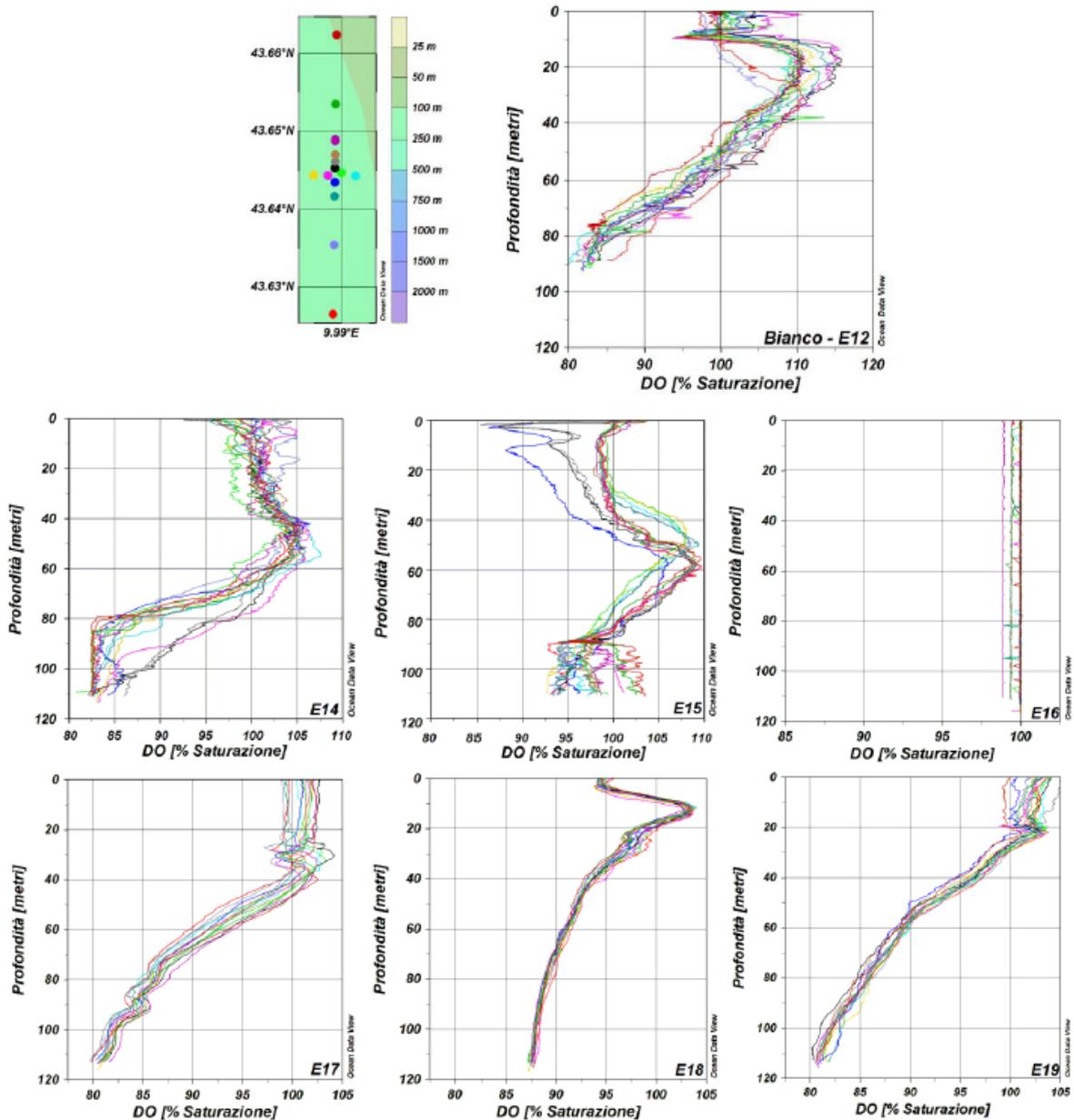


Figura 6.23: Confronto tra i Dati di Percentuale di Ossigeno Disciolto (DO%) del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

6.3.1.1.6 Clorofilla

I valori di questo parametro variano con il variare della stagione e non hanno evidenziato situazioni anomale o particolari trend da segnalare. I valori di clorofilla registrati nelle campagne E14 e E15 mostrano andamenti simili al Bianco, con valori crescenti dalla superficie (1 µg/l) al fondo (1.5-2.5 µg/l), mentre nelle campagne E16, E17, E18 ed E19 si sono registrati valori di clorofilla inferiori nell'intera area, indipendentemente dalla distanza dal Terminale.

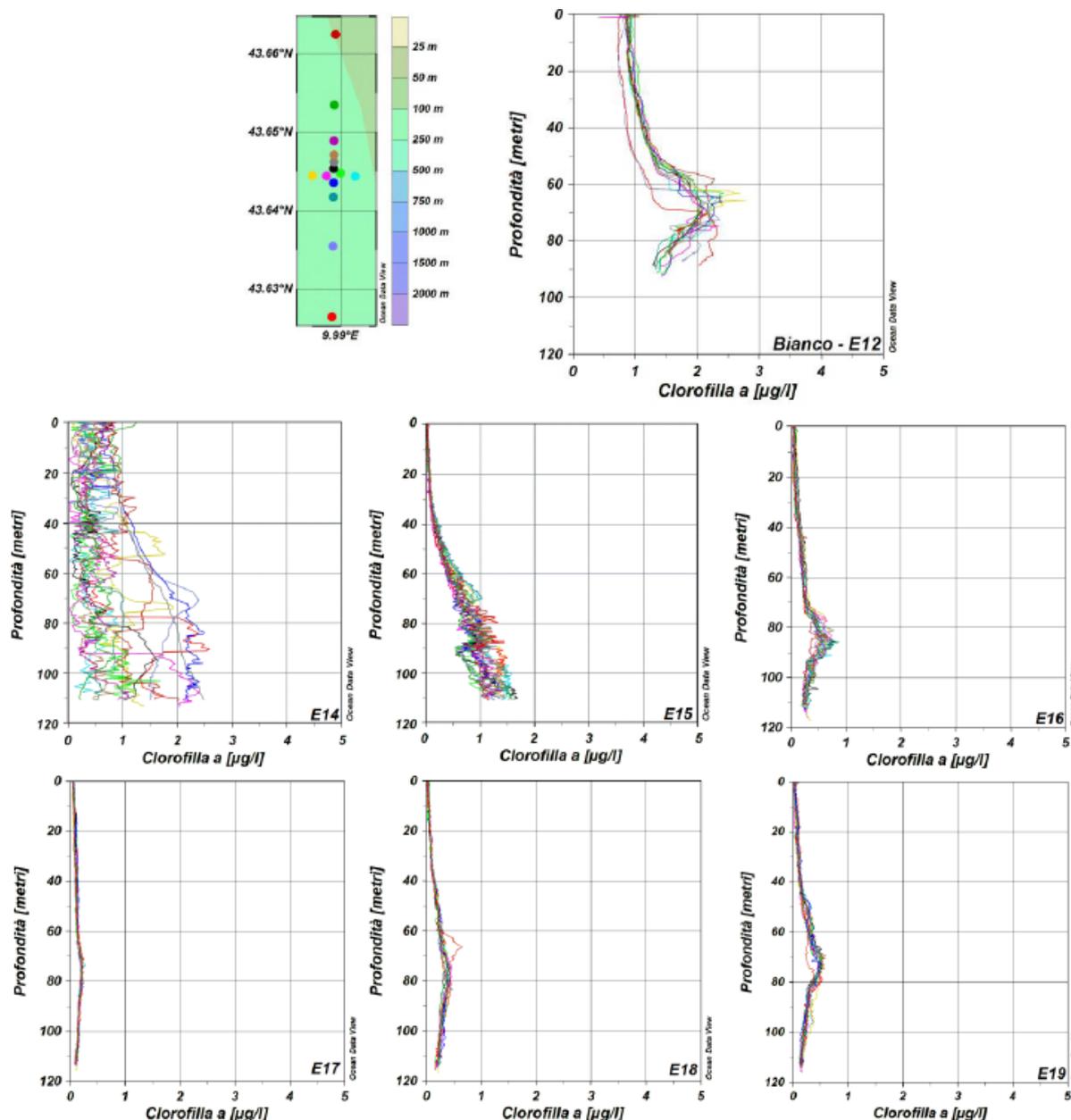


Figura 6.24: Confronto tra i Dati di Clorofilla a del Bianco e delle Campagne Estive 2014-2019

6.3.1.1.7 Potenziale Redox (ORP)

I valori del potenziale redox hanno mostrato un andamento omogeneo tra le diverse stazioni all'interno dello stesso campionamento, senza presentare anomalie nell'intorno dell'FSRU. È stata invece rilevata un'elevata variabilità temporale. I profili registrati durante la campagna di Bianco hanno mostrato andamenti differenti rispetto alle 6 campagne successive, con valori compresi fra 80 e 210 mV. Questi valori non variano tanto nel singolo profilo, ma piuttosto da stazione a stazione. Mentre nelle campagne E14 e E15 i valori sono risultati compresi fra 50 e 100 mV, nelle campagne E16 e E17 i valori sono risultati omogenei per tutte le stazioni e pari a 185-190 mV. La campagna E18 ha riportato valori omogenei per tutte le stazioni e pari a 228-244 mV. Infine, nella campagna E19 i valori sono risultati compresi tra 190-210 mV.

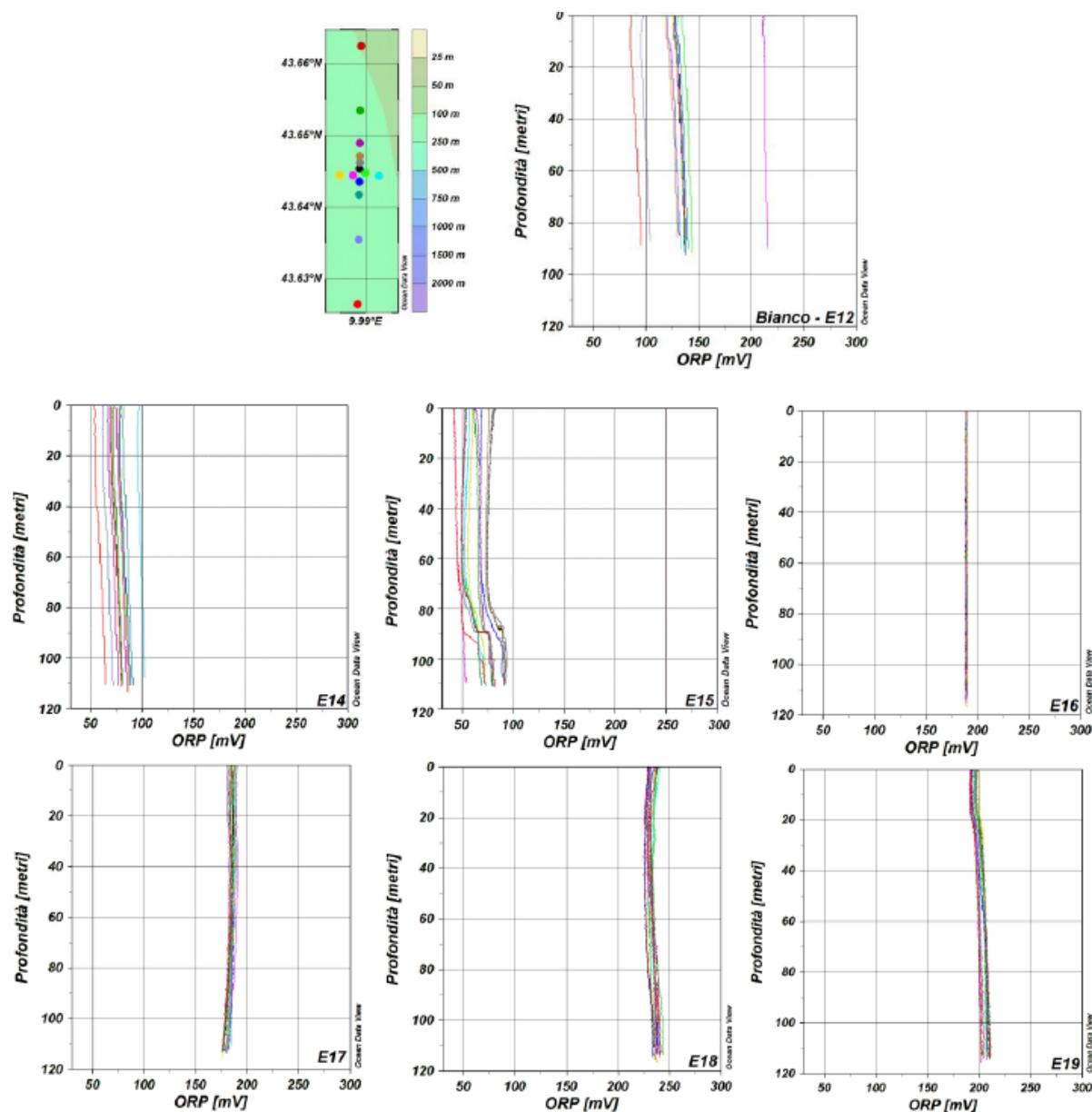


Figura 6.25: Confronto tra i Dati di Potenziale Redox (ORP) e delle Campagne Estive 2014-2019

6.3.1.2 Caratteristiche Fisiche e Chimiche

Secondo quanto riportato nel Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino VI° anno di monitoraggio (2019), nell'ambito dei monitoraggi svolti in ottemperanza a quanto prescritto dal MATTM e dall'ISPRA, sono stati indagati gli andamenti temporali osservati dal Bianco all'Estate 2017 dei seguenti parametri:

- ✓ irradianza e irradianza spettrale;
- ✓ nutrienti;
- ✓ solidi sospesi (TSM);
- ✓ sostanza organica particellata (POM);
- ✓ sostanza organica disciolta cromoforica (CDOM),
- ✓ clorofilla a (chl-a),

- ✓ diversità pigmentaria, per evidenziare i loro cambiamenti in relazione al tempo e alla stagione.

Di seguito si riporta quanto emerso dall'analisi dei dati rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate dal 2012 (Bianco), al 2019.

6.3.1.2.1 Irradianza e Irradianza Spettrale

L'andamento delle profondità della Zeu (Profondità della Zona Eufotica: cioè la profondità alla quale arriva l'1% della radiazione PAR superficiale) nelle due stazioni scelte come esemplificative tra quelle a 100 m dal Terminale (MG7) e quelle a 2000 m (MG10), la cui posizione e le cui coordinate sono riportate rispettivamente in Figura 6.2 e in Tabella 6.1, è raffigurato nella seguente Figura.

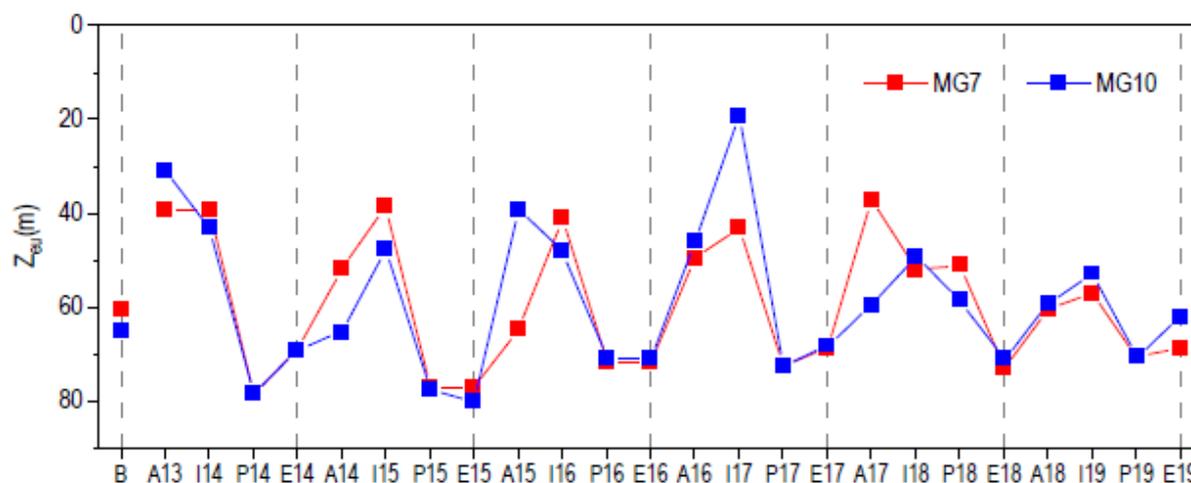


Figura 6.26: Variazione della Profondità (m) della Zona Eufotica (Zeu) nelle Due Stazioni Rappresentative, per Tutte le Campagne Effettuate

La Figura sopra riportata mostra la generale regolarità delle variazioni stagionali evidenziata anche negli anni precedenti: le profondità massime si collocano nello strato compreso tra i 70 e gli 80 m nelle campagne primaverili-estive, le minime appaiono maggiormente variabili in autunno-inverno tra circa 20 e 50 m. Nell'ultimo anno di esercizio si conferma l'andamento previsto, con le minori profondità in A18 e I19, dove si registrano le maggiori concentrazioni superficiali di Chl-a (Figura 6.27). L'analisi ANOVA sui fattori distanza e anno conferma la non significatività delle differenze per il primo fattore e la significatività delle differenze (** $p < 0.01$) per il secondo, evidenziando quindi la variabilità interannuale del ciclo stagionale.

6.3.1.2.2 Nutrienti Inorganici, TSM (solidi sospesi), POM (particellato organico) e CDOM (Sostanza Organica Disciolta Cromoforica)

Gli andamenti di azoto e fosforo inorganici disciolti (nitriti, nitrati, fosfati) nel VI° anno di campionamento seguono in parte l'andamento atteso con i massimi in I-19, come in prevalenza negli anni precedenti (massimi in I-15, A-15, I-16, I-17, I-18), e successivamente con diminuzione in P-19 e riaumento in E-19, variazione da ritenere dovuta al periodo di campionamento estremamente ritardato in E19 (01-04/10/2019) in cui le condizioni appaiono già in fase autunnale. I silicati non presentano ciclicità evidente, associati prevalentemente al consumo delle diatomee soprattutto in A-18. Le concentrazioni si mantengono comunque di carattere oligo-mesotrofico, nell'ambito dei valori attesi.

Si conferma l'alta variabilità di CDOM, TSM, POM, per la natura stessa del dato che può variare anche a piccola scala spazio-temporale, e non si evidenzia uno specifico trend stagionale. I massimi di CDOM sono generalmente più superficiali in inverno e più profondi in estate, associati ai massimi di chl-a. Dalle analisi effettuate emerge difatti come la biomassa fitoplanctonica sia la principale fonte di origine del particellato sospeso (TSM) e della sostanza organica cromoforica (CDOM).

Dai risultati dell'analisi ANOVA per DIN (nitrati + nitriti), PO_4 , SiO_2 , TSM, POM e CDOM per il confronto tra il Bianco e le successive campagne estive, il fattore distanza dal Terminale non determina variazioni significative per i parametri considerati, mentre si conferma l'importanza della variabilità interannuale come fattore altamente

significativo per tutti i parametri, tranne per CDOM, riconducibile alla climatologia annuale ed al momento specifico del campionamento. La profondità risulta un fattore altamente significativo per DIN e CDOM (** $p < 0,01$). Per DIN e CDOM infatti le tre profondità 0.5, 12.5, 50 m, sono diverse dai 70 m dove si collocano le maggiori concentrazioni in estate. Le concentrazioni si mantengono nell'ordine dell'atteso senza variazioni da sottolineare.

6.3.1.2.3 Clorofilla e Diversità Pigmentaria

Le concentrazioni della chl-a, proxy della biomassa fitoplanctonica, hanno presentato negli anni precedenti variazioni stagionali attese con massimi invernali (massimo assoluto in I-17) e minimi primaverili ed estivi che si mantengono anche nelle acque più profonde (Figura seguente).

A 50 e 70 m gli aumenti autunno-invernali risultano di minore entità mentre sono minori le diminuzioni estive in relazione ai tipici massimi profondi dei periodi estivi e tardo-estivi. Durante il VI° anno di esercizio si assiste ad una simile ciclicità, con aumento in A-18 e I-19 e diminuzione in P-19 e E-19 (Figura seguente).

Anche in questo caso la stagionalità è il principale fattore di variabilità e la variabilità interannuale dipende dalla climatologia dell'anno campionato e dai periodi di campionamento, tutti notevolmente posticipati nel VI° anno rispetto agli anni precedenti, particolarmente nel caso di A-18 e E-19. Anche la composizione pigmentaria varia stagionalmente, come negli anni precedenti e con contributi relativi variabili lungo le profondità riconducibili proprio alle caratteristiche della successione stagionale delle comunità fitoplanctoniche.

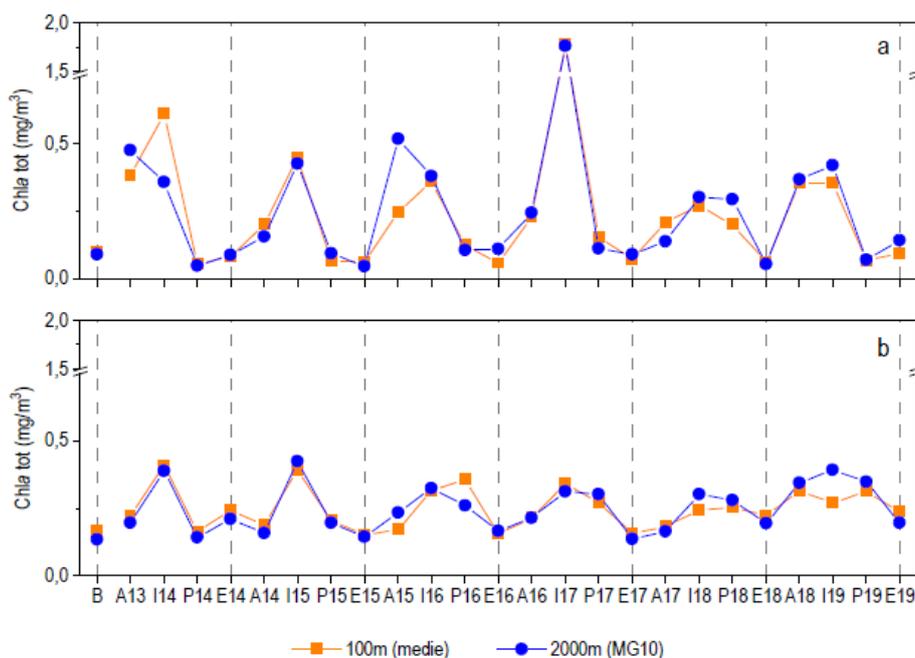


Figura 6.27: Andamenti Temporali delle Concentrazioni della chl-a Medie, per Campagna relative alle 4 Stazioni (MG6, MG7, MG12, MG13) più vicine al Terminale (100m) e alla Stazione a 2000 m (MG10); a) Strato 0-12.5 m; b) 50-70 m

Dai risultati dell'analisi ANOVA per il confronto tra il Bianco e le successive campagne estive per chl-a e pigmenti accessori (pigmenti diagnostici delle classi fitoplanctoniche), il fattore distanza dal Terminale non determina variazioni significative. La significatività della variabilità risulta alta per il fattore anno, a causa dell'entità dei contributi delle diverse classi fitoplanctoniche che possono variare anche a parità di stagione e tanto più in relazione alla non costante cadenza temporale dei campionamenti. Anche per il fattore profondità risultano generalmente differenze significative per i contributi dei diversi pigmenti lungo la colonna d'acqua, particolarmente tra lo strato superficiale (0.5 – 12.5 m) e il profondo (50 – 70 m) dove dominano classi fitoplanctoniche diverse.

6.3.1.2.4 Tensioattivi, Cloroderivati e Analisi Microbiologiche

Per i tensioattivi non ionici e i cloroderivati non sono state osservate anomalie degne di nota.

Per quanto riguarda i tensioattivi anionici, analogamente agli anni precedenti, i dati suggeriscono che questi contaminanti esibiscono, talvolta, concentrazioni più elevate durante le stagioni invernali, indipendentemente dalla stazione e dalla profondità considerata. I valori assoluti sono diffusamente bassi, tanto che dall'inverno 2016 non sono più stati rilevati.

Relativamente agli Idrocarburi C>12, che hanno mostrato un incremento nella campagna primaverile del 2018, i valori risultano paragonabili tra stazioni, indipendentemente dalla loro distanza dall'FSRU. Va comunque sottolineato che i livelli raggiunti sono comunque bassi se confrontati con quelli riportati nel D.Lgs 152 parte III relativi alle acque dolci superficiali destinate al consumo umano. Inoltre, già dall'estate 2018 questi composti avevano esibito un deciso calo protrattosi nell'autunno del medesimo anno. Nell'inverno 2019, invece, essi hanno esibito una recrudescenza senza, tuttavia, raggiungere le concentrazioni osservate in P-18. In soli due casi (I-19 MG5 70 m e I-19 MG10 50 m) i tenori risultano paragonabili a quelli della primavera precedente.

6.3.1.3 Saggi Ecotossicologici su Campioni di Acqua

I prelievi delle acque per i test ecotossicologici sono stati effettuati nell'Inverno 2019 e nell'Estate 2019 in 6 stazioni (MG3, MG5, MG6, MG7, MG13, MG12) più due controlli (MG9, MG10) le cui coordinate sono riportate in Tabella 6.1.

I test sono stati eseguiti in corrispondenza di 3 livelli batimetrici 0.5, 12.5 e 50 m.

Dall'analisi dei dati rilevati in questi anni di monitoraggio emerge un trend all'aumento della risposta dei saggi ecotossicologici (il livello di riferimento è considerato il 2013). Ma questo aumento risulta determinato da variazioni oceanografiche nell'intera area.

6.3.1.4 Fitoplancton

Sono state analizzate le abbondanze fitoplanctoniche totali e dei seguenti quattro gruppi:

- ✓ Diatomee;
- ✓ Dinoflagellati;
- ✓ Coccolitofori;
- ✓ Altro.

La Figura seguente mostra i dati osservati durante il ciclo stagionale delle densità fitoplanctoniche totali e dei quattro raggruppamenti tassonomici principali durante i quattro anni indagati.

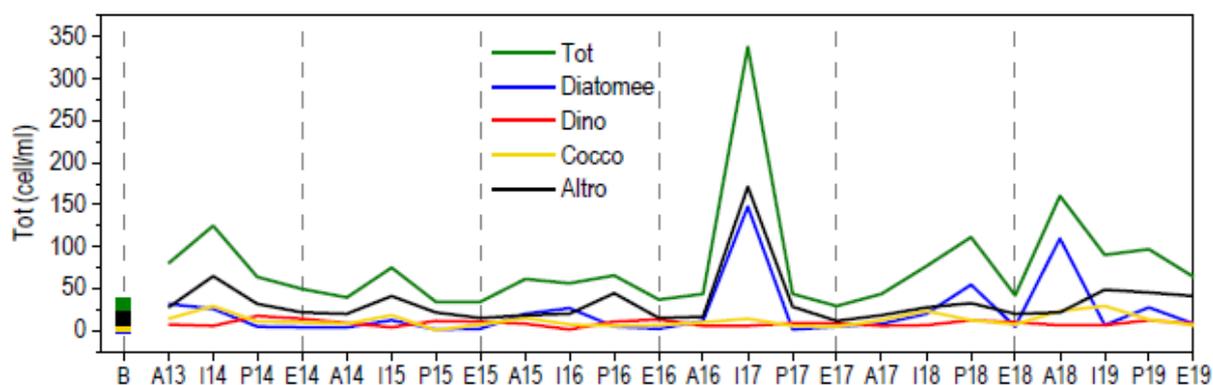


Figura 6.28: Variazione Stagionale delle Densità Cellulari Medie Totali per Campagna e dei Diversi Gruppi Fitoplanctonici

L'osservazione del ciclo stagionale delle densità fitoplanctoniche totali e dei quattro raggruppamenti tassonomici principali durante i sei anni indagati (Figura precedente) mostra un andamento stagionale sostanzialmente coerente con quanto atteso dalle variazioni temporali del fitoplancton nelle acque liguri-tirreniche con massimi di abbondanza prevalentemente invernali e minimi nei mesi estivi. Nel VI° anno di campionamento si evidenzia un netto massimo autunnale (A-18) per la fioritura di diatomee, in particolare *Chaetoceros socialis*, *Cylindroteca closterium*, *Chaetoceros curvisetus* e *Leptocylindrus danicus*. In inverno (I-19) le densità totali si abbassano e prevale il gruppo "Altro plancton" (in media circa il 54%) con *Phaeocystis sp.*, *Cryptophyceae n.i.*, *Plagioselmis prolonga*, insieme ai

coccolitofori (in media circa il 32 %) con *Emiliana huxleyi*. In primavera (P-19) le abbondanze si mantengono su livelli simili, con aumenti soprattutto negli strati profondi. Il popolamento mostra una copresenza del gruppo “Altro plancton” (in media circa il 52%) con *Phaeocystis sp.*, diatomee (in media circa il 20%), rappresentate soprattutto da *Pseudo-nitzschia galaxiae*, ed *Emiliana huxleyi* (coccolitofori). Come atteso, in E-19 si raggiungono le densità minime dell’anno 2018/2019 e il popolamento diventa caratterizzato quasi esclusivamente dal gruppo “Altro plancton” (in media circa il 63%) sempre con *Phaeocystis sp.*, e piccole forme flagellate di difficile collocazione tassonomica. Gli altri raggruppamenti tassonomici rappresentano in media il 10-12%.

L’annualità 2019 presenta quindi una ciclicità diversa per il massimo in A-18 e le densità fitoplanctoniche totali estive in E-19 più alte mai registrate nei sei anni di campionamento. Anche in questo caso, la ciclicità appare in relazione alla climatologia e probabilmente in relazione ai campionamenti stagionalmente più ritardati soprattutto in E-19.

Si evidenzia, difatti, che le comunità fitoplanctoniche hanno di per sé una natura di alta variabilità sia spaziale (trasportate passivamente dai movimenti dei corpi d’acqua) che temporale (successione stagionale e velocità di accrescimento differenziate) e questo produce oscillazioni quali-quantitative che differenziano altamente i popolamenti naturali. Si hanno quindi, oltre alle attese differenze di composizione tassonomica al variare della stagione, significative differenze anche a parità di stagione (confronti estivi) che sono a carico di oscillazioni quantitative dei taxa presenti e non di avvenuti cambiamenti nella struttura tassonomica delle comunità.

6.3.1.5 Zooplankton

Dall’analisi dei dati ottenuti durante le campagne di monitoraggio è emerso che i popolamenti zooplanctonici variano in funzione della stagione e della profondità, che sono i fattori più importanti che influenzano la dinamica di questo comparto biotico.

L’altro fattore che influenza i popolamenti è quello spaziale, in questo caso la profondità. È ormai noto, infatti, che alcune specie prediligono gli strati profondi della colonna d’acqua, mentre altre colonizzano l’interfaccia acqua-aria.

I cambiamenti ad oggi osservati risultano imputabili a tali variabili.

Per l’ittioplancton, ad esempio, è possibile confermare l’ormai ciclica alternanza estivo - invernale tra *Engraulis encrasicolus* (acciuga) e *Sardina pilchardus* (sardina), la prima con picco di abbondanza larvale e uova in estate, la seconda largamente dominante in inverno.

Più complessa l’interpretazione degli effetti dei fattori temporali e spaziali sui risultati relativi alla frazione meroplanctonica dello zooplankton; categoria che include gruppi animali estremamente eterogenei, ciascuno dei quali caratterizzato da numerose fasi larvali, differente trofismo, permanenza meroplanctonica di differente durata.

Quello che si evince sono alcune caratteristiche ricorrenti, come la costante presenza massiccia di larve di crostacei decapodi brachiuri nelle fasce superficiali della colonna d’acqua o la preferenziale distribuzione intermedio-profonda della componente a crostacei decapodi caridei. Gli stessi echinodermi per esempio e in particolare le larve di echinoidi regolari e irregolari, sono presenti in estate sulle fasce più superficiali della colonna d’acqua, mentre diminuiscono nel periodo invernale concentrandosi a profondità maggiori per effetto del termocline che rappresenta una barriera fisica insuperabile.

Oltre alla stagionalità, anche la profondità influenza la composizione del popolamento e sebbene l’area di indagine sia situata ad una profondità massima di 120 m, presenta una distribuzione non uniforme dello zooplankton.

In particolare, la presenza di termoclini stagionali associati al sistema locale di correnti persistenti in questo settore del Mar Mediterraneo (ECC: Eastern Corsican Current e WCC: Western Corsican Current di direzione Sud-Nord) sembra essere il maggior forzante nel determinare la distribuzione degli organismi zooplanctonici nella colonna d’acqua. Durante le ore notturne le migrazioni nictemerali amplificano l’eterogeneità della distribuzione dello zooplankton lungo la colonna d’acqua. Pertanto, la scelta del campionamento notturno consente di selezionare efficacemente i taxa che trascorrono le fasi notturne in prossimità della superficie da quelli che invece prediligono trascorrere l’intero arco della giornata in settori più profondi della colonna d’acqua.

Dalle analisi statistiche effettuate, è emerso che la comunità zooplanctonica dell’E-19 risulta significativamente diversa da quella rilevata durante la fase di Bianco (B), dato in linea con quanto emerso dai confronti con i precedenti periodi estivi.

Il risultato è evidente per l’oloplancton a copepodi e il meroplancton, mentre per l’ittioplancton le differenze sono minori, ma significative e con tendenza ad aumentare ogni anno, fatta eccezione per l’ultima stagione estiva.

I risultati ottenuti suggeriscono che nel corso degli anni la comunità zooplanctonica si è modificata tendendo ad una maggiore omogeneità sia dal punto di vista qualitativo, sia quantitativo. La spiegazione del risultato raggiunto è interpretabile attraverso due osservazioni: la prima ecologica, la seconda legata al monitoraggio dell’area. La comunità zooplanctonica, trattandosi di organismi presenti nella colonna d’acqua e diffusi nell’ambiente marino

secondo una distribuzione cosiddetta a mosaico, è maggiormente soggetta a oscillazioni quali-quantitative rispetto al benthos.

Questo significa che, nella stessa stagione, poche settimane di distanza tra un campione e l'altro e talvolta anche condizioni meteo-climatiche mutate che intervengono nella stessa campagna (es. moto ondoso) possono produrre risultati diversi; da qui la necessità di ripetere le survey nello stesso periodo e con medesime condizioni meteomarine.

Questo spiega ragionevolmente il motivo per il quale la fase di Bianco condotta nel mese di Agosto 2012 sia significativamente diversa rispetto ai monitoraggi estivi realizzati successivamente, sempre nel mese di Settembre.

La significativa dissimilarità tra Bianco (B) e survey estivi può anche essere legata, in minima parte, alla conoscenza dell'area di studio che, col ripetersi dei campionamenti, ha permesso agli operatori coinvolti il crescente dettaglio nella restituzione dei risultati.

Complessivamente sono 471 (+4 taxa rispetto al 2018) i taxa identificati tra oloplancton a copepodi, meroplancton e ittioplancton; si tratta di un contingente che progressivamente si sta avvicinando al massimo potenziale esprimibile per l'area oggetto del monitoraggio. A testimoniare l'incremento di soli 4 taxa tra l'anno 2018 e il 2019, rispetto a quello registrato (28 taxa) tra le survey del 2017 e del 2018.

Questo fenomeno, nel caso degli studi zooplanctonici di comunità è piuttosto comune, come dimostrano i risultati delle serie storiche presenti in letteratura.

6.3.2 Sedimenti Marini

Nei seguenti paragrafi si riporta una descrizione delle caratteristiche chimico fisiche, microbiologiche e dello stato ecotossicologico dei sedimenti monitorati nell'area di interesse, tratta dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino VI° anno di monitoraggio (2019).

Per una corretta interpretazione dei dati occorre premettere che l'area in cui è collocato il Terminale è stata in passato sede di sversamenti dei fanghi di dragaggio portuale; pertanto, la tessitura dei sedimenti e le concentrazioni dei contaminanti hanno mostrato un'elevata variabilità spaziale e hanno esibito tenori talvolta maggiori del livello chimico di base indicato nel Manuale per la Movimentazione dei Sedimenti marini (ICRAM, APAT, MATTM) o del Livello Chimico di Riferimento Nazionale riportato nel D.M. 173/2016.

6.3.2.1 Caratteristiche Fisiche, Chimiche e Microbiologiche

Il sedimento per le analisi fisiche, chimiche, eco tossicologiche e microbiologiche è stato campionato nell'estate 2019 mediante box corer, prelevando da ciascun campione i primi 2 cm. Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato in 4 stazioni (MG6, MG7, MG13, MG12) e due controlli (MG9, MG10) la cui localizzazione è raffigurata in Figura 6.2 e le cui coordinate sono riportate in Tabella 6.1.

6.3.2.1.1 Analisi Granulometrica

Le analisi dell'ultima campagna di monitoraggio hanno evidenziato come tutte le stazioni situate in prossimità del Terminale FSRU siano state classificate come *loam* avendo un sedimento costituito da percentuali paragonabili di sabbia, silt e argilla. Solo nella in E-19 MG12 è presente una cospicua percentuale di ghiaia.

Caratteristiche del tutto simili sono state riscontrate in E-19 MG10.

Nella stazione E19 MG9, invece, la frazione sabbiosa rappresenta poco più del 10% e la restante parte del campione è costituita da percentuali paragonabili di silt e argilla. In questo caso il sedimento è stato classificato come silt argilloso.

In generale, nel corso degli anni di monitoraggio, le caratteristiche granulometriche sono risultate decisamente variabili da stazione a stazione, senza seguire un andamento temporale ben definito (Figura seguente).

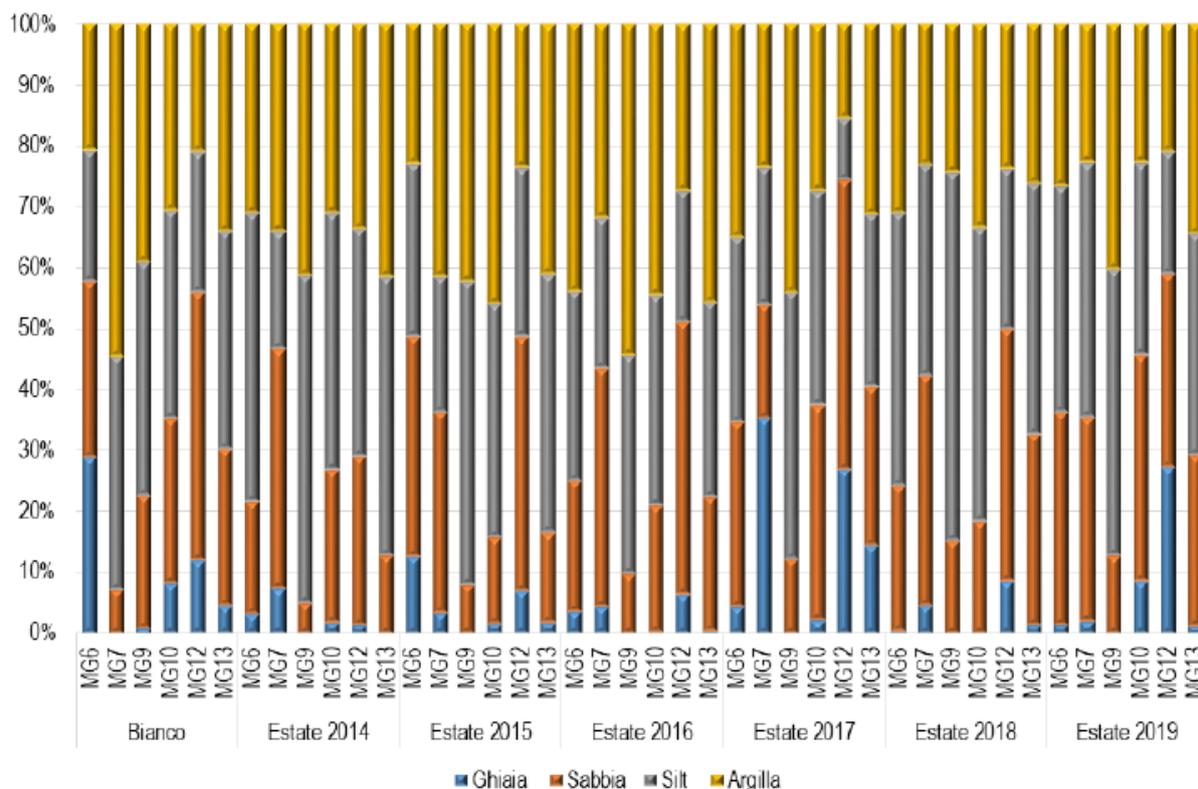


Figura 6.29: Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti (Ghiaia- Sabbia, Silt, Argilla) Campionati durante la Campagna di Bianco (E12) e nelle Successive Campagne Estive (da E-14 a E-19)

Per confrontare le singole stazioni con il Bianco, i dati acquisiti sono stati mediati stazione per stazione e riportati nella seguente Tabella dalla quale si evince che mediamente i sedimenti non sono variati rispetto al Bianco. I cambiamenti maggiori sono avvenuti in MG6 e MG7. Nel primo caso si è verificato un aumento delle frazioni fini, mentre nel secondo un aumento della frazione sabbiosa. Non viene evidenziato tuttavia un unico trend.

Inoltre, nel periodo monitorato le oscillazioni delle principali frazioni granulometriche sono risultate confrontabili in tutta l'area di studio.

Tabella 6.3: Principali Classi Granulometriche nei Sedimenti campionati durante la Campagna di Bianco (E-12) e nelle successive Campagne Estive (da E-14 a E-19)

Tabella 81 – Valori medi delle frazioni principali calcolate sull'intero periodo di studio per singola stazione e confronto col Bianco. B = Bianco. In grigio le stazioni più vicine al Terminale.				
	Ghiaia	Sabbia	Silt	Argilla
B MG12	12,19±0	43,93±0	23,06±0	20,83±0
MG12	12,99±11,2	39,105±7,73	23,81±9,16	24,06±6,08
B MG13	4,8±0	25,53±0	35,71±0	33,97±0
MG13	3,3±5,58	22,52±7,35	37,625±6,68	36,51±7,73
B MG6	28,99±0	28,88±0	21,37±0	20,75±0
MG6	4,38±4,39	27,56±7,35	36,43±8	31,68±7,26
B MG7	0,1±0	7,18±0	38,4±0	54,42±0
MG7	9,58±12,73	33,54±7,79	27,51±8,72	29,35±7,61
B MG9	0,86±0	21,88±0	38,39±0	38,87±0
MG9	0,02±0,04	10,6±3,7	48,44±8,42	40,935±9,64
B MG10	8,22±0	27,22±0	34,01±0	30,56±0
MG10	2,48±3,23	25,2±9,26	38,27±6,02	34,02±9,31

6.3.2.1.2 Metalli

Nel complesso tutti gli elementi ricercati nella campagna del 2019 hanno presentato concentrazioni basse e per lo più inferiori al LCRN (si veda la tabella seguente), sebbene non siano mancate le eccezioni che riguardano As, Cr, Ni, Zn. In tutti i casi si tratta comunque di superamenti di poco conto.

Inoltre, i picchi di As, Cr, e Ni sono stati osservati in E19 MG9.

La seguente tabella riporta:

- ✓ le concentrazioni dei metalli rilevate nelle sei stazioni di prelievo;
- ✓ il Livello Chimico di Base (LCB);
- ✓ il Livello Chimico Limite (LCL);
- ✓ lo Standard di Qualità (SQ);
- ✓ e il Livello Chimico di Riferimento Nazionale (LCRN).

I dati sono espressi in mg/kg tranne Al e Fe espressi in %.

In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ o di LCRN, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.

Tabella 6.4: Campagna Estate 2019: Concentrazione dei Metalli

	Al	Fe	As	Ba	Cr tot	Cu	Cd	Mn	Hg	Ni	Pb	Zn
E19 MG6	2,60	2,54	12,74	73,3	89,3	30,3	0,081	611,9	0,201	63,4	29,77	102,6
E19 MG7	1,90	1,98	13,86	72,5	65,7	19,0	0,052	505,6	0,133	45,0	24,31	71,4
E19 MG9	3,33	2,92	18,01	72,0	98,3	29,7	0,041	596,8	0,258	73,9	16,42	104,1
E19 MG10	1,51	2,71	11,47	30,1	62,1	27,5	0,057	612,2	0,062	69,5	18,04	76,6
E19 MG12	1,78	1,86	10,88	53,3	65,9	22,8	0,052	439,1	0,116	44,6	28,29	72,0
E19 MG13	2,11	2,52	16,00	56,5	75,2	32,9	0,096	529,6	0,242	63,5	28,29	104,5
S.Q.	-	-	12	-	50	-	0,30	-	0,30	30	30	-
LCRN	-	-	12	-	50	40	0,30	-	0,30	30	30	100
LCB	-	-	25	-	100	40	0,35	-	0,40	70	40	100
LCL	-	-	32	-	360	52	0,80	-	0,80	75	70	170

Dall'analisi dei dati e dal confronto con gli anni precedenti e con il Bianco, non è stato rilevato, nel tempo, alcun gradiente di incremento di contaminazione nell'area del Terminale relazionabile alla presenza di quest'ultimo.

6.3.2.1.3 Composti Organici

Gli idrocarburi policiclici aromatici, nell'ambito della campagna E-19, sono risultati diffusamente presenti e hanno mostrato i tenori più elevati presso il Terminale (si veda la seguente tabella). In particolare, in E-19 MG6 e E-19 MG13 gli IPA totali superano l'LCB del Manuale Icram-APAT.

Gli idrocarburi C10-C40, invece, hanno presentato un picco in E-19 MG7 con un valore circa triplo rispetto ai controlli (E-19 MG9, E-19 MG10).

Il carbonio organico totale presenta presso l'FSRU un tenore medio inferiore rispetto ai controlli.

Nella seguente Tabella si riportano:

- ✓ i dati di concentrazione dei contaminanti organici nei sedimenti campionati nell'estate dell'anno 2019;
- ✓ gli Standard di Qualità (SQ D.M. 260/2010);
- ✓ il Livello Chimico di Base (LCB) e il Livello Chimico Limite (LCL) tratti dal Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini (APAT, ICRAM, MATTM, 2006);
- ✓ il Limite Chimico di Riferimento Nazionale (DM 173/2016) (LCRN).

I valori sono tutti espressi in mg/kg.

In neretto sono indicati i valori maggiori di SQ o di LCRN, in verde quelli maggiori di LCB, in rosso quelli maggiori di LCL.

Tabella 6.5: Concentrazione dei Contaminanti Organici nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2019 [mg/kg]

	E19 MG6	E19 MG7	E19 MG9	E19 MG10	E19 MG12	E19 MG13	S.Q	LCB/PP	LCL	LCRN
Idrocarburi policiclici aromatici (mg /kg)										
Acenaftene	0,011	0,002	0,004	0,002	0,002	0,029		0,007	0,089	
Acenafilene	0,013	0,005	0,006	0,001	0,004	0,031				
Antracene	0,032	0,011	0,012	0,004	0,008	0,055	0,045	0,047	0,245	0,024
Benzo (a) antracene	0,099	0,053	0,052	0,018	0,033	0,127		0,075	0,693	0,075
Benzo (a) pirene	0,270	0,086	0,086	0,031	0,059	0,256	0,030	0,080	0,763	0,030
Benzo (b) fluorantene	0,373	0,112	0,107	0,042	0,071	0,302	0,040	0,040		0,040
Benzo (g, h,i) perilene	0,151	0,076	0,062	0,020	0,034	0,144	0,055	0,055		0,055
Benzo (k) fluorantene	0,177	0,051	0,048	0,018	0,033	0,159	0,020	0,020		0,020
Crisene	0,086	0,044	0,047	0,016	0,032	0,109		0,108	0,846	0,108
Dibenzo (a, h) antracene	0,041	0,017	0,015	0,005	0,009	0,063		0,006	0,135	
Fenantrene	0,064	0,028	0,032	0,016	0,017	0,085		0,087	0,544	0,087
Fluorantene	0,163	0,077	0,079	0,031	0,058	0,177	0,110	0,113	1,494	0,110
Fluorene	0,015	0,004	0,005	0,002	0,003	0,039		0,021	0,144	0,021
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,193	0,089	0,078	0,024	0,044	0,174		0,070		0,070
Naftalene	0,011	0,003	0,005	0,002	0,003	0,023	0,035	0,035	0,391	0,035
Pirene	0,169	0,074	0,084	0,026	0,064	0,282		0,153	1,398	0,153
IPA Totali	1,869	0,734	0,722	0,259	0,476	2,055	0,800	0,900	4,000	
Idrocarburi C<10 (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5				
Idrocarburi C10-C40 (mg/kg)	41,7	112,7	31,0	26,2	32,1	88,3				
Composti organostannici										
Dibutilstagno (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Monobutilstagno (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				
Tributilstagno (mg/kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001				0,005
Carbonio organico totale (TOC) (mg/kg)	7890	4720	6820	11380	4590	8820				

Dall'analisi dei dati e dal confronto con gli anni precedenti e con il Bianco, non è stato rilevato, nel tempo, alcun gradiente di incremento di contaminazione nell'area del Terminale relazionabile alla presenza di quest'ultimo.

6.3.2.1.4 Cloroderivati

Nella seguente Tabella sono riportate le concentrazioni dei composti cloroderivati nei sedimenti campionati nell'Estate 2019.

Tabella 6.6: Concentrazione dei Composti Cloro derivati nei Sedimenti Campionati nell'Estate 2019

	E19 MG6	E19 MG7	E19 MG9	E19 MG10	E19 MG12	E19 MG13
Acidi Aloacetici (µg/kg)						
Dalapon	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dibromoacetico	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acido Tribromoacetico	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Acido Monobromoacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Bromodichloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Bromocloroacetico	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Acido Dichloroacetico	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	<1,6
Acido Tricloroacetico	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Acido Monocloroacetico	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Acido Clorodibromoacetico	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2	<1,2
1,1,1-Tricloro-2-propanone	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
1,1,1-Tricloroetano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,2-Tricloroetano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-dicloro-2-propanone	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2,3-Tricloropropano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dibromo-3-Cloro-propano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,2-Dibromoetano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bromodichlorometano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bromoformio	< 0,05	< 0,05	0,12	< 0,05	0,08	< 0,05
Cloroformio	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibromoacetoneitrile	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Dibromoclorometano	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dicloroacetoneitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetracloroetilene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetracloruro di carbonio	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tricloroacetoneitrile	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tricloroetilene	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Alofenoli (SVOC) (µg/kg)						
2,4,6-tricloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2,4-dicloro fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
4-cloro-3-metil fenolo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

I composti cloroderivati sono risultati tutti al di sotto del limite di rilevanza dello strumento di rilevazione.

Dall'analisi dei dati e dal confronto con gli anni precedenti e con il Bianco, non è stato rilevato, nel tempo, alcun gradiente di incremento di contaminazione nell'area del Terminale relazionabile alla presenza di quest'ultimo.

6.3.2.1.5 *Analisi Microbiologiche*

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle analisi microbiologiche.

Tabella 6.7: Risultati delle Analisi Microbiologiche condotte nei Sedimenti nella Stagione Estiva 2019 [MPN/g]

	E19 MG6	E19 MG7	E19 MG9	E19 MG10	E19 MG12	E19 MG13
Conta di Streptococchi fecali (Enterococchi)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di Coliformi Fecali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Conta di coliformi totali	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

Dai risultati dei monitoraggi è risultata l'assenza di contaminazione fecale.

Dall'analisi dei dati e dal confronto con gli anni precedenti e con il Bianco, non è stato rilevato, nel tempo, alcun gradiente di incremento di contaminazione nell'area del Terminale relazionabile alla presenza di quest'ultimo.

6.3.2.2 Stato Ecotossicologico

I risultati dei saggi biologici applicati ai sedimenti testati dal Bianco fino nell'estate 2017 avevano evidenziato complessivamente un miglioramento del grado di tossicità dei sedimenti analizzati (Tabella seguente).

Tabella 6.8: Risultati Complessivi dei Test Ecotossicologici Condotti dalla Campagna Ante Operam all'Estate 2017. A = tossicità Assente; B = tossicità Bassa; M = tossicità Media.

	<i>P. lividus</i>							<i>C. orientale</i>							<i>V. fischeri</i>						
	B	E14	E15	E16	E17	E18	E19	B	E14	E15	E16	E17	E18	E19	B	E14	E15	E16	E17	E18	E19
MG6	B	A	A	B	A	A	B	M	M	A	M	B	B	M	A	A	A	A	A	A	A
MG7	B	B	B	B	B	B	B	M	M	B	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
MG9	B	A	B	M	A	B	B	B	B	B	M	A	B	M	A	A	A	A	A	A	A
MG10	B	B	B	M	B	M	B	M	B	B	M	A	B	Alta	A	A	A	A	A	A	A
MG12	B	M	B	B	B	Alta	B	M	B	Alta	M	A	B	Alta	A	A	A	A	A	A	A
MG13	B	A	B	B	A	B	B	B	B	M	M	A	B	Alta	A	A	A	A	A	A	A

Nella fase di Bianco, infatti, i sedimenti erano risultati tutti a tossicità bassa sulla base del test con *P. lividus*, mentre nell'E-17 la metà delle stazioni risultava priva di tossicità.

Riguardo all'anfipode *C. orientale*, durante la fase di Bianco, la tossicità era risultata in parte media (MG6, MG7, MG10, MG12) in parte bassa (MG13, MG9), mentre nell'estate 2017 tutti i sedimenti erano privi di tossicità tranne MG6).

Nell'estate 2018 era stato registrato un peggioramento della qualità dei sedimenti rispetto all'estate precedente. Rispetto al Bianco, però, il test con *C. orientale* forniva un livello di qualità comunque migliore. Solo il test con il riccio *P. lividus* testimoniava un peggioramento delle condizioni unicamente nelle stazioni MG10 e MG12.

Nell'estate 2019 solo il *C. orientale* testimonia un peggioramento rispetto a E-18 in quanto, tranne (tranne E-19 MG7) il livello di tossicità passa da Bassa a Media (MG6, MG9) o da Bassa a Alta (MG10, MG12, MG13). Anche rispetto al Bianco si registra un peggioramento, tranne MG7 che esibisce un miglioramento.

Nel complesso, il monitoraggio, non evidenzia pattern temporali univoci, né nelle stazioni prossime all'FSRU, né in quelle lontane.

La stazione MG12 risulta l'unica in cui, in più di un caso, è stata rilevata una tossicità alta. Va comunque ribadito che nell'area su cui insiste il Terminale sono stati versati i fanghi provenienti dal porto di Livorno e pertanto il grado di tossicità dell'area risente di questa attività pregressa.

In nessun caso, per tutta la durata del monitoraggio, è stata rilevata tossicità con il test con *V. fischeri*.

6.4 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

6.4.1 Caratterizzazione Meteo climatica Generale

Il presente paragrafo riporta una sintesi della tendenza climatica globale tratta dal Report "The global climate in 2015-2019" (WMO, 2020) redatto dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO: World Meteorological Organization) e relativo all'ultimo quinquennio (2015-2019), che costituisce l'ultima delle Relazioni pluriennali sullo stato del clima globale precedentemente pubblicate dalla WMO (Rapporto decennale "The Global Climate in 2001–2010", Rapporto quinquennale "The Global Climate in 2011–2015").

Gli indicatori "chiave" del cambiamento climatico globale sono rappresentati da:

- ✓ aumento delle concentrazioni dei gas ad effetto serra (CO₂: anidride carbonica, CH₄: metano, N₂O: protossido di azoto);
- ✓ aumento della temperatura globale;
- ✓ acidificazione degli oceani (in aumento a causa dell'aumento del CO₂);

- ✓ riscaldamento globale degli oceani;
- ✓ criosfera: innalzamento globale del livello degli oceani;
- ✓ eventi estremi: mortalità e perdite economiche.

Rispetto al precedente quinquennio (2011-2015), il periodo 2015-2019 ha registrato un progressivo aumento di tendenza delle emissioni di CO₂ ed un conseguente aumento della relativa concentrazione nell'atmosfera con un tasso di crescita pari al 18% rispetto alla concentrazione preindustriale (prima del 1750). Si rileva infatti un incremento del carbonio antropogenico dal 2015 causato dall'aumento delle emissioni di CO₂ riconducibili principalmente alla combustione di combustibili fossili (carbone, petrolio e gas) ed alla produzione di cemento. Le emissioni di CO₂ dal 2015 al 2019 sono stimate essere di circa 208 Gt (Gigatonnellate) superando le 200 Gt di CO₂ emesse durante il precedente quinquennio (2010-2014). Nella figura seguente sono mostrati gli andamenti delle serie temporali relative alle concentrazioni medie globali di CO₂ (esprese in ppm a sinistra), di CH₄ (esprese in ppb al centro) e di N₂O (esprese in ppb a destra); le linee blu rappresentano le concentrazioni globali medie mensili, mentre le linee rosse riportano le concentrazioni mensili mediate in cinque anni consecutivi.

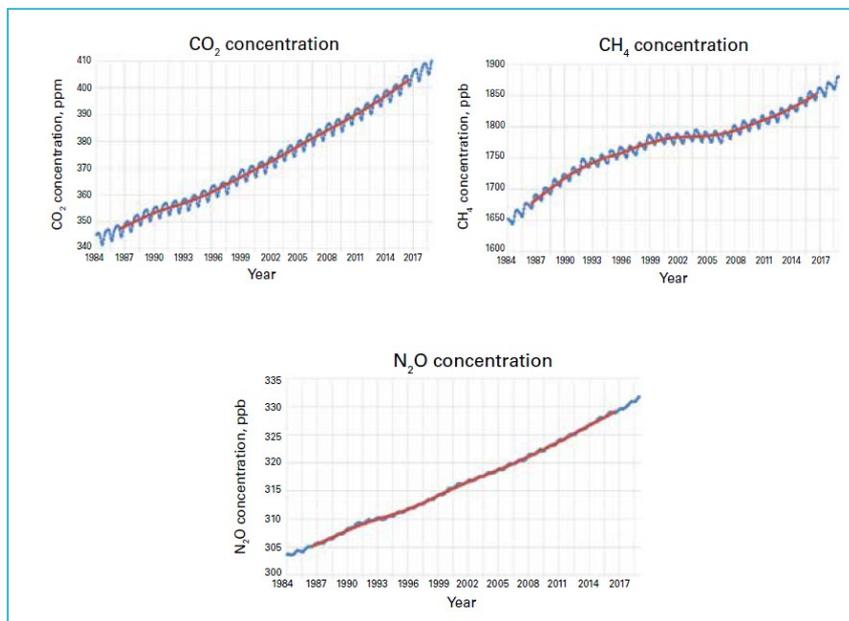


Figura 6.30: Serie temporali relative alle concentrazioni medie globali di CO₂ (a sinistra), di CH₄ (al centro) e di N₂O (a destra) (WMO, 2020)

Il quinquennio 2015-2019 è risultato essere il più caldo di qualsiasi periodo equivalente registrato a livello globale, ed ha rilevato un aumento della temperatura globale media di $1.1 \pm 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$ rispetto a quella preindustriale (1850–1900), ed un aumento di $0.2 \pm 0.08 \text{ }^\circ\text{C}$ rispetto al precedente quinquennio (2011-2015); si rileva che l'anno 2016 è il più caldo mai registrato e il 2019 il secondo. Le temperature medie continentali mostrano in genere una maggiore variabilità rispetto alla media globale; in ogni caso le temperature medie per il periodo 2015-2019 risultano nominalmente le più calde rispetto a qualsiasi periodo antecedente al 2015 per ciascuno dei continenti; nella seguente figura tratta dal Report WMO 2015-2019 (WMO, 2020), si mostrano gli andamenti delle medie quinquennali relative alle anomalie della temperatura su scala continentale (rispetto al periodo 1981–2010) nel periodo compreso tra il 1910 al 2019, ricavate da elaborazioni dei dati di fonte NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

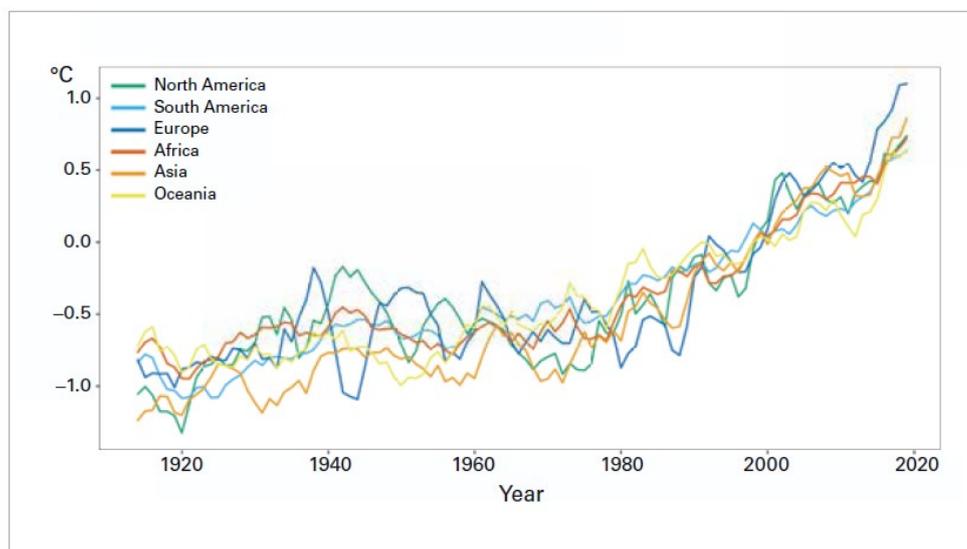


Figura 6.31: Andamenti delle medie quinquennali relative alle anomalie della temperatura su scala continentale – fonte dati NOAA (WMO, 2020).

Si riporta inoltre il confronto tra gli andamenti delle anomalie della temperatura media globale e di quella in Italia (rispetto al periodo 1961–1990) nel periodo compreso tra il 1961 al 2018, tratte dal sito web dell’ISPRA SINANET – SCIA (sezione Prodotti climatici nazionali).

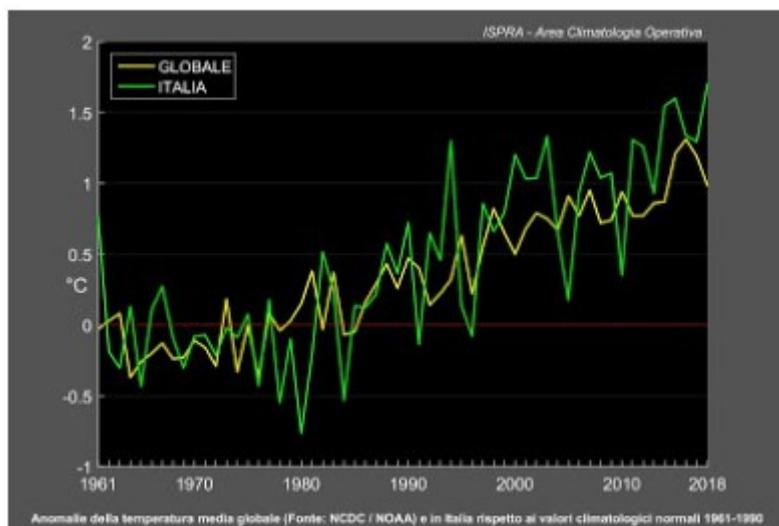


Figura 6.32: Andamenti delle anomalie della temperatura media globale e di quella in Italia, sito web dell’ISPRA SINANET – SCIA (sezione Prodotti climatici nazionali) (WMO, 2020)

La temperatura media globale sulla superficie terrestre per il 2015-2019 è risultata essere di circa 1.7 °C al di sopra del periodo preindustriale, e di 0.3 °C più calda rispetto al 2011-2015, mentre la temperatura media globale della superficie marina per il 2015-2019 è risultata superiore di circa 0.83 °C rispetto ai livelli preindustriali e di circa 0.13 °C più calda rispetto al 2011-2015.

Nel quinquennio 2014-2019 il tasso di innalzamento medio globale del livello del mare è stato pari a 5 mm/anno; secondo studi recenti effettuati dall’IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: “*Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*”, 2019) il tasso medio di aumento per il periodo 2006-2015 è di 3-4 mm/anno, che risulta essere circa 2.5 volte il tasso del 1901 –1990 (1-2 mm/anno). Il tasso osservato di innalzamento medio globale del livello del mare è aumentato da 3.04 mm/anno nel periodo di 10 anni decennio

1997-2006 a 4.36 mm/anno nel decennio 2007–2016; la dilatazione termica causata dall'elevata capacità di assorbimento termico dei mari contribuisce in maniera sostanziale al tasso di innalzamento del livello (1.34 mm/anno sul totale di 3.04 mm/anno nel periodo 1997-2006, 1.47 mm/anno sul totale di 4.36 mm/anno nel decennio 2007–2016). Alla tendenza predominante di aumento del livello del mare a causa dell'aumento di temperatura consegue una continua diminuzione delle coperture criogeniche dell'artico e dell'antartico.

L'aumento della concentrazione oceanica di CO₂ ha causato un incremento di acidità degli oceani, che assorbono circa il 23% delle emissioni annuali di CO₂ antropogenica nell'atmosfera, contribuendo così ad alleviare gli impatti dei cambiamenti climatici sul pianeta. Tale fenomeno, tuttavia, risulta avere un impatto ecologico molto negativo in quanto la CO₂ assorbita reagisce con l'acqua di mare aumentando il pH dell'oceano, modificando lo stato di saturazione dell'aragonite, che rappresenta la principale forma di carbonato di calcio utilizzata per la formazione di gusci e materiale scheletrico. Le osservazioni da fonti oceaniche aperte negli ultimi 20-30 anni hanno mostrato una chiara tendenza alla riduzione della media del pH causato da maggiori concentrazioni di CO₂ nell'acqua di mare.

Le precipitazioni sono aumentate in alcune regioni e diminuite in altre; le ondate di calore registrate nel periodo 2015-2019 in tutti i continenti e i valori di temperatura record hanno causato incendi senza precedenti verificatisi in particolare in Europa, Nord America, Australia, nella foresta pluviale amazzonica e nelle regioni artiche.

Molti dei maggiori impatti del clima sono associati agli eventi estremi, che possono essere eventi a breve termine, come ad esempio i cicloni tropicali, o eventi che possono protrarsi per mesi o anni, come la siccità. Alcuni eventi estremi comportano una perdita sostanziale della vita o lo sfollamento della popolazione, altri possono avere perdite limitate ma gravi conseguenze economiche. I rischi legati alla variabilità climatica hanno accentuato l'insicurezza alimentare in molti luoghi, in particolare l'Africa, a causa della siccità, con conseguente aumento del rischio complessivo di malattie o decessi legati al clima.

Le temperature più elevate della superficie marina hanno avuto serie ripercussioni sia sulla biosfera degli ecosistemi acquatici, sia sull'economia in termini di Prodotto Interno Lordo (PIL) nei paesi in via di sviluppo.

6.4.2 Caratterizzazione Meteomarina

Il Terminale "FSRU Toscana" è ancorato a circa 12 miglia nautiche dalla costa toscana, ad una profondità di circa 120 m, in un'area direttamente influenzata da un clima caratterizzato da notevoli variabilità spaziali e temporali dei principali parametri meteomarini.

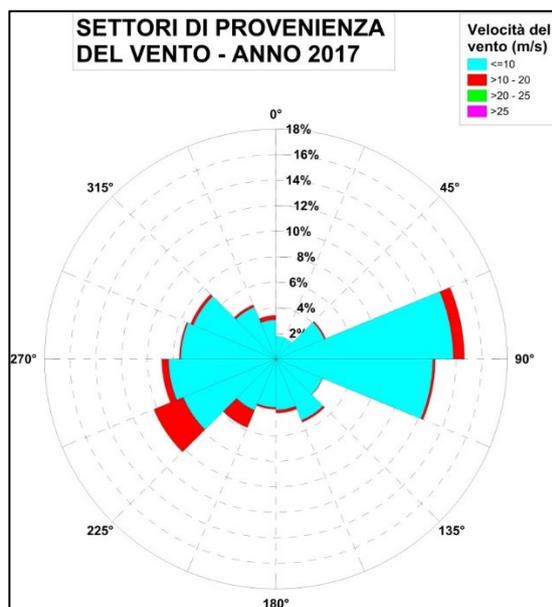
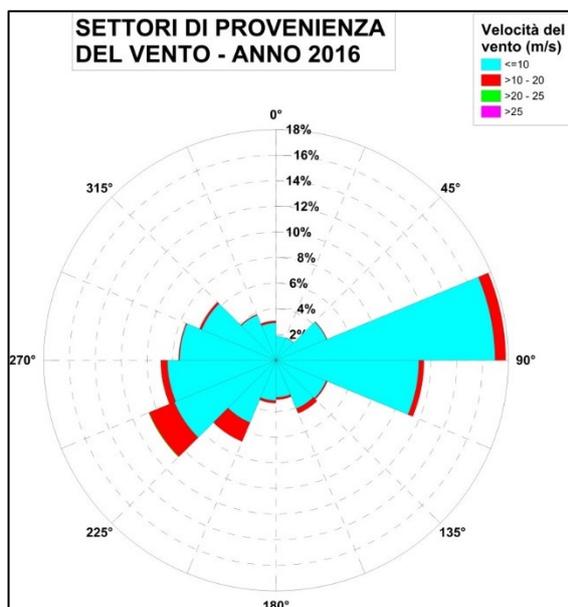
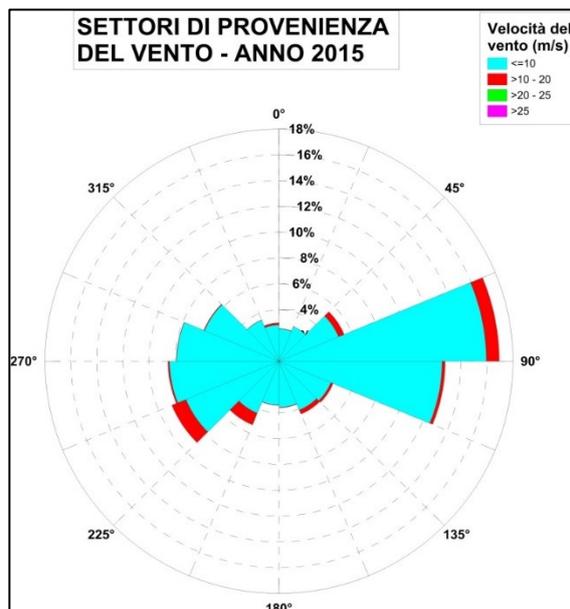
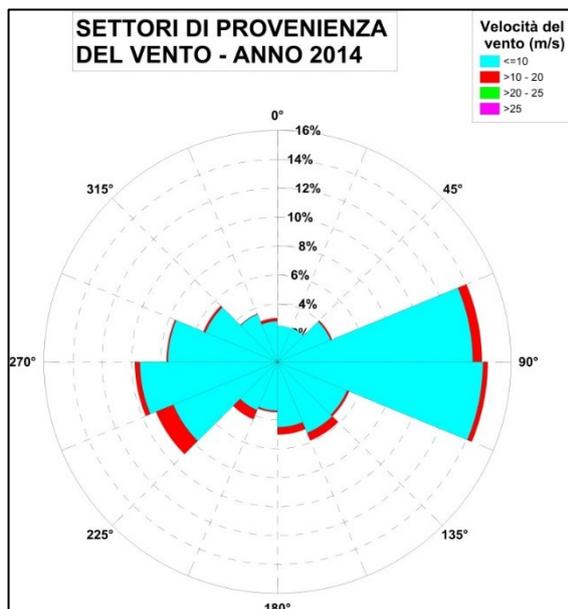
Tale variabilità è dominata dalla presenza di una delle regioni di maggiore ciclogenese del Mediterraneo, che ha sede nel Golfo di Genova. La ciclogenese del golfo ligure raggiunge la sua massima frequenza nei mesi invernali, quando l'anticiclone delle Azzorre tende a muoversi verso Nord, lasciando il Bacino Mediterraneo.

Le acque dell'Arcipelago Toscano, inoltre, sono soggette all'influenza di diversi fattori e in particolare sono soggette all'influenza esercitata dai due bacini adiacenti, il Ligure ed il Tirreno. Questi ultimi, avendo proprietà fisiche ben differenziate, sono in grado di scambiare le caratteristiche delle masse d'acqua, anche attraverso il ruolo preponderante dei Canali di Corsica e dell'Elba.

6.4.2.1 Regime Anemologico

I dati di intensità e direzione del vento che caratterizzano il sito di interesse sono stati rilevati tramite due anemometri ultrasonici installati a circa 69 metri dalla chiglia del Terminale, dotati entrambi di 4 sensori.

Le rose dei venti per gli anni dal 2014 al 2020 sono di seguito riportate.



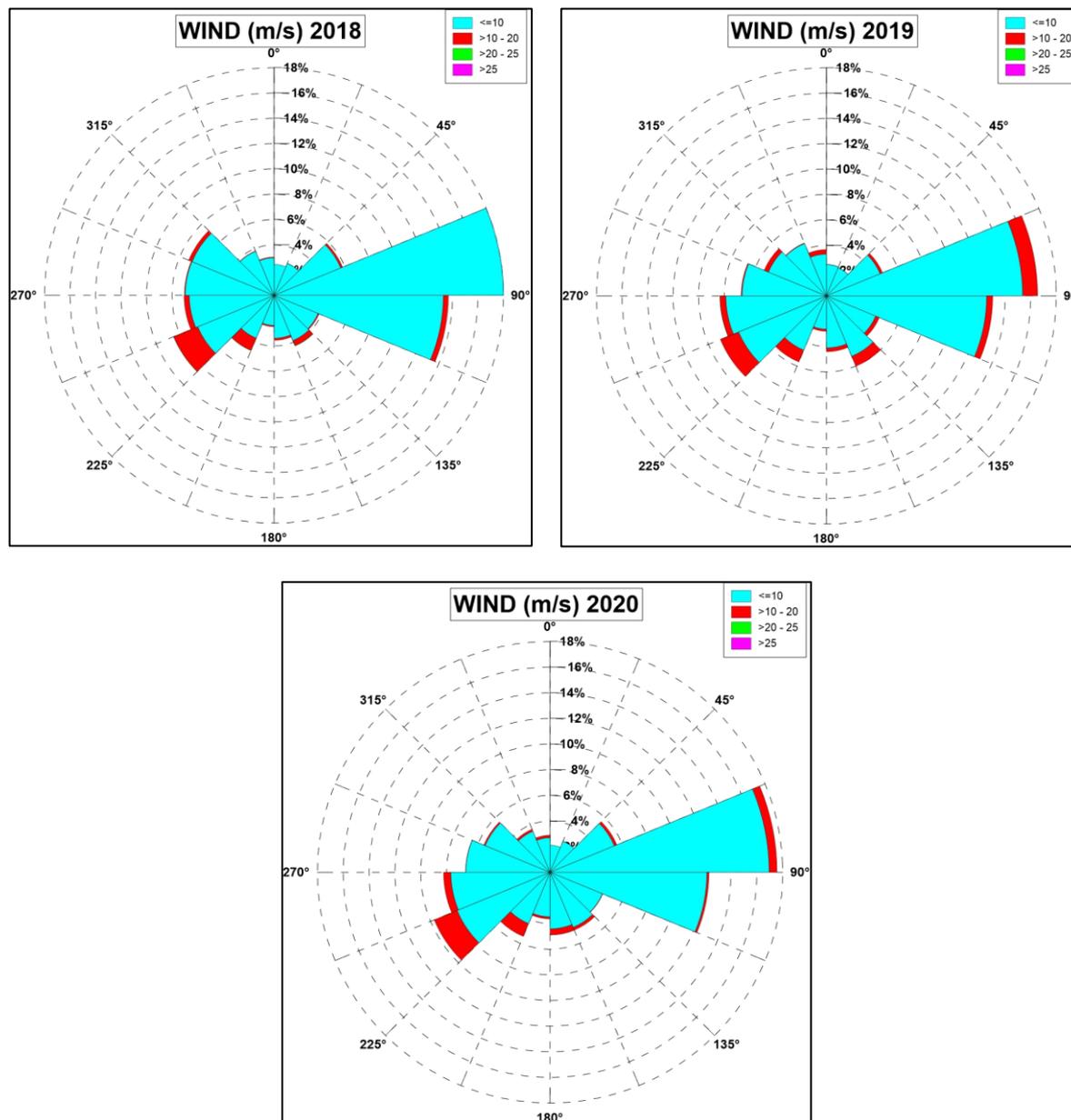


Figura 6.33: Rosa dei Venti, Anni 2014 – 2020 (OLT)

Dalle Figure sopra riportate si evince che, negli anni di riferimento, i venti provenienti da Est (tra 67° e 112°) hanno raggiunto una velocità compresa tra i 10 e i 20 m/s per una percentuale massima di osservazioni pari al 14 – 18%.

I venti provenienti da Ovest (tra 315° e 225°) risultano meno frequenti, seppure con intensità massime tra i 10 e i 20 m/s, raggiunte negli anni di monitoraggio con una percentuale massima di osservazioni tra l'8 e il 10% (leggermente oltre nel 2016 e nel 2017).

6.4.2.2 Regime Correntometrico

Nell'ambito della GSA 9 - Mar Ligure e Tirreno settentrionale, la circolazione delle acque è caratterizzata da una serie di vortici originati dal vento, caratterizzati dalla presenza di acqua fredda al loro interno, che subiscono rilevanti cambiamenti stagionali. In inverno aumenta la corrente nella regione frontale dei vortici e l'upwelling (risalita in

superficie di acque profonde ricche di nutrienti), a essa associato, si sposta verso occidente e si rafforza. In Inverno è massimo il flusso tra il Mar Tirreno e il Mar Ligure, attraverso il canale di Corsica. L'upwelling provoca il mescolamento delle acque di origine atlantica (AW) con le acque levantine (LIW) sottostanti, modificandone le proprietà fisiche e chimiche.

A Nord di Capraia la Corrente della Corsica orientale si fonde con la più fredda Corrente della Corsica occidentale, formando la Corrente Ligure. Questa sostiene in tutto il Mar Ligure una circolazione ciclonica che coinvolge le acque di origine atlantica (AW) in superficie e quelle levantine (LIW) in profondità. È una delle zone più importanti di upwelling del Mediterraneo. La portata della Corrente Ligure è imponente: può arrivare a circa 1.6 milioni di m³/sec, lo stesso ordine di grandezza della corrente Atlantica che imbocca lo Stretto di Gibilterra. È un fiume d'acqua largo circa 20 km e profondo circa 150 m presente tutto l'anno, sia pure con variazioni di intensità.

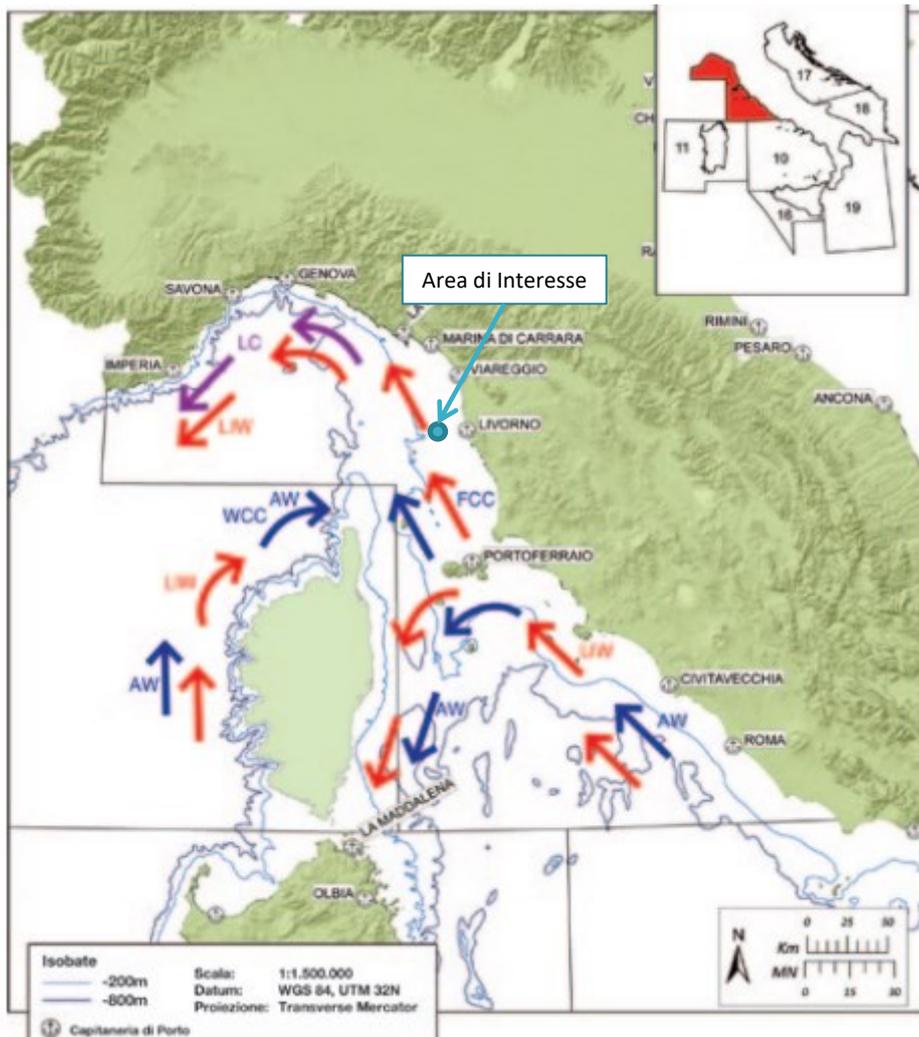


Figura 6.34: Circolazione delle Correnti Superficiali e Intermedie (MiPaaf, 2011)

Nella Figura sopra riportata si distinguono:

- ✓ le acque di origine atlantica (AW) e i suoi rami ossia le correnti occidentali (WCC) e orientali della Corsica (ECC), rappresentate dalle frecce blu;
- ✓ le acque di origine levantina (LIW) rappresentate dalle frecce in rosso;
- ✓ la corrente ligure (LC) in viola;

Relativamente all'Arcipelago Toscano, il settore settentrionale è interessato da un ramo della corrente atlantica superficiale che arriva dal Nord. Il settore meridionale è invece interessato da un altro ramo della corrente atlantica superficiale che risale lungo il meridione d'Italia e, giunto al di sotto della costa elbana, piega a Sud verso la Corsica.

La batimetria dell'Arcipelago Toscano determina l'interazione tra le condizioni fisiche della circolazione generale e i fenomeni locali, soggetti alla variabilità delle condizioni meteorologiche stagionali.

Per ciò che riguarda invece la situazione lungo le coste continentali della provincia di Livorno, le correnti sono prevalentemente indirizzate verso Nord, la presenza delle Secche di Vada e della Meloria determina una situazione di ristagno ciclonico delle masse d'acqua che si evidenzia soprattutto in estate.

6.4.2.3 Moto Ondoso

Nel presente paragrafo è riportata una descrizione del moto ondoso per l'area d'interesse.

Sono stati elaborati i dati relativi agli anni dal 2014 al 2020 rilevati presso:

- ✓ la boa ondometrica OLT (ormeggiata a circa 1.5 miglia nautiche dal Terminale, con envelope dinamico pari a circa 150/200 m e centro alle coordinate 43.6125°N e 9.994°E);
- ✓ il Wave Radar, installato sul lato sinistro del Terminale, dotato di No.6 sensori con copertura di circa 180°, che inviano e ricevono continuamente onde elettromagnetiche nella banda delle microonde (frequenza 5.8 GHz).

Nel caso di indisponibilità di dati dalla boa OLT, sono stati utilizzate le informazioni provenienti dalla boa di Gorgona, distante circa 7-8 km dal Terminale.

I dati acquisiti contengono i seguenti parametri:

- ✓ Hs: altezza d'onda significativa misurata in metri;
- ✓ Dir: direzione di provenienza dell'onda rispetto al Nord geografico.

I dati sono stati sottoposti ad un adeguato processo di validazione (controllo del calendario, trattamento dei dati ripetuti, dei picchi anomali, controllo delle direzioni di provenienza), fino ad ottenere serie temporali omogenee.

I risultati delle rielaborazioni sono riportati nelle seguenti tabelle per ogni anno di riferimento.

Tabella 6.9: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2014 (OLT, 2018)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.11	0.01	0.05												0.17
30	0.08	0.10													0.18
60	0.55	0.46	0.15	0.02											1.18
90	2.98	4.25	0.68	0.07											7.97
120	0.74	1.26	0.19	0.02											2.22
150	0.95	1.83	0.92	0.41	0.05	0.01									4.17
180	3.69	5.68	3.18	0.65	0.31	0.25	0.02	0.01							13.80
210	3.33	2.22	0.96	0.42	0.37	0.15	0.02	0.05							7.53
240	12.52	18.05	10.02	5.22	2.69	1.08	0.77	0.26	0.15	0.03					50.81
270	3.04	3.18	0.64	0.21	0.06	0.02	0.01								7.16
300	2.23	1.17	0.14	0.13	0.02			0.01							3.70

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
330	1.00	0.07	0.01	0.01			0.01								1.10
TOT (%)	31.23	38.30	16.94	7.17	3.49	1.51	0.84	0.33	0.15	0.03					100.00

Tabella 6.10: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2015 (OLT, 2018)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	1.08	0.45	0.17												1.70
30	1.08	0.36	0.02												1.46
60	1.78	0.77	0.38	0.15	0.01										3.09
90	3.13	2.40	1.06	0.21	0.01										6.81
120	1.64	0.56	0.20	0.05											2.45
150	2.64	1.68	0.63	0.16	0.17	0.01									5.30
180	5.22	3.00	1.31	0.41	0.08	0.02									10.05
210	5.49	2.55	0.77	0.29	0.07	0.01									9.18
240	12.60	12.31	7.02	4.07	2.85	1.36	0.89	0.51	0.24	0.13	0.05	0.03	0.03		42.09
270	5.18	3.26	1.38	0.22	0.10	0.07			0.02	0.01					10.25
300	2.68	1.69	0.74	0.06	0.03										5.20
330	1.67	0.60	0.15	0.01											2.43
TOT (%)	44.20	29.64	13.83	5.62	3.33	1.47	0.89	0.51	0.26	0.14	0.05	0.03	0.03		100.00

Tabella 6.11: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2016 (OLT, 2018)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT(%)
Dir (°N)															
0	0.23	0.09		0.01											0.33
30	0.11	0.10													0.22
60	0.76	0.47	0.14	0.07											1.44
90	2.77	6.62	1.10	0.08											10.57
120	0.69	1.05	0.10		0.01										1.85

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT(%)
150	1.15	1.70	0.66	0.15	0.03	0.14	0.01								3.84
180	5.70	3.74	2.09	0.54	0.29	0.07	0.05	0.05							12.52
210	4.19	1.60	0.47	0.22	0.26	0.05	0.02	0.01	0.01						6.84
240	12.22	12.64	8.19	5.65	4.28	2.13	1.03	0.74	0.48	0.17	0.10	0.05	0.07	0.01	47.76
270	4.33	2.08	0.80	0.41	0.13	0.02		0.01							7.79
300	3.24	1.70	0.39	0.15	0.03										5.52
330	1.01	0.17	0.11	0.02											1.32
TOT (%)	36.41	31.96	14.07	7.31	5.03	2.40	1.11	0.80	0.49	0.17	0.10	0.05	0.07	0.01	100.00

Tabella 6.12: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2017 (OLT, 2018)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.13	0.02	0.01	0.01											0.17
30	0.15	0.31	0.06												0.52
60	0.53	0.54	0.29												1.36
90	3.46	4.02	1.52	0.07											9.07
120	0.96	0.83	0.09												1.88
150	2.25	1.35	0.43	0.15											4.18
180	7.49	4.06	1.29	0.51	0.06	0.01		0.01	0.02	0.01					13.47
210	4.31	1.75	0.48	0.27	0.12	0.15	0.08	0.06	0.01						7.23
240	12.36	16.60	8.30	5.21	2.67	2.05	1.58	0.99	0.60	0.13	0.02				50.51
270	3.12	1.88	0.53	0.22	0.18	0.05	0.02	0.01	0.01						6.02
300	2.56	1.26	0.07	0.07	0.03										3.99
330	1.23	0.17	0.08	0.09	0.01										1.59
TOT (%)	38.55	32.80	13.16	6.59	3.07	2.26	1.69	1.07	0.65	0.14	0.02				100.00

Tabella 6.13: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza, Anno 2018 (OLT, 2020)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
0	0.23	0.05													0.27
30	0.17	0.26	0.02												0.46
60	0.47	1.15	0.34	0.01											1.97
90	3.52	7.15	1.86	0.11											12.63
120	0.64	1.24	0.15	0.00											2.03
150	1.50	0.79	0.85	0.11	0.10	0.02	0.01	0.03							3.42
180	5.14	2.42	1.82	0.36	0.30	0.08	0.01	0.01	0.01	0.02					10.17
210	3.33	1.76	0.85	0.30	0.10	0.06	0.02	0.01		0.01		0.01	0.01		6.47
240	12.64	17.23	7.78	3.45	2.28	1.95	1.08	0.60	0.27	0.17	0.15	0.08	0.05	0.06	47.77
270	3.55	2.61	0.60	0.19	0.07	0.01									7.03
300	3.10	2.58	0.34	0.05											6.07
330	1.47	0.21	0.02												1.70
TOT (%)	35.77	37.43	14.63	4.58	2.85	2.12	1.12	0.65	0.29	0.21	0.15	0.09	0.06	0.06	100.00

Tabella 6.14: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza. Anno 2019 (OLT. 2020)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.15	0.01	0.01												0.18
30	0.09	0.08	0.11												0.28
60	0.69	0.50	0.20	0.01											1.41
90	3.10	4.73	1.31	0.05											9.18
120	0.75	0.69	0.09												1.54
150	1.79	1.76	0.83	0.57	0.28	0.05									5.29
180	5.29	3.55	1.84	0.49	0.26	0.08	0.06	0.01							11.59
210	3.71	1.83	0.93	0.53	0.21	0.20	0.05		0.01						7.46
240	11.73	16.56	9.24	5.59	3.67	1.89	1.18	0.54	0.38	0.14	0.04				50.96
270	3.35	1.76	0.46	0.19	0.04		0.05	0.01							5.85
300	2.63	1.67	0.20	0.02		0.01	0.01			0.01					4.55
330	1.18	0.22	0.20	0.11		0.01									1.72

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
TOT (%)	34.47	33.36	15.42	7.56	4.46	2.24	1.35	0.56	0.39	0.15	0.04				100.00

Tabella 6.15: Distribuzione Annuale della Frequenza Percentuale dell'Altezza d'Onda Significativa per Direzione di Provenienza. Anno 2020 (OLT. 2020)

Hs (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	TOT (%)
Dir (°N)															
0	0.23	0.02	0.02												0.27
30	0.14	0.10													0.24
60	0.83	0.59	0.33												1.76
90	4.00	4.54	1.19	0.06											9.79
120	0.81	0.78	0.08	0.01											1.68
150	1.56	1.10	0.45	0.24	0.06	0.02									3.42
180	5.10	3.12	1.20	0.30	0.24	0.19	0.19	0.07	0.01						10.43
210	4.73	2.04	0.45	0.27	0.26	0.11	0.06		0.02						7.95
240	13.86	14.55	9.38	4.94	2.39	2.07	0.89	0.81	0.37	0.33	0.10	0.10	0.02		49.82
270	5.16	1.10	0.29	0.02	0.03	0.02		0.02							6.64
300	4.00	1.45	0.21	0.05	0.05					0.01					5.76
330	1.96	0.23	0.05												2.23
TOT (%)	42.38	29.62	13.63	5.89	3.03	2.42	1.14	0.90	0.40	0.34	0.10	0.10	0.02		100.00

Dalla Tabella sopra riportata si nota che nell'anno 2020, le onde sono comprese nei settori direzionali che vanno da 0 a 330°N; il 72% circa di queste onde presenta altezze minori o uguali a 1.0 m, il 3% circa delle onde ha un'altezza maggiore di 3.5 m e le onde più alte, appartenenti alla classe di 6.5 m e provenienti dalla direzione 240°N, si presentano con una frequenza di accadimento molto bassa (tra lo 0.01% e lo 0.06%).

6.4.3 Caratterizzazione dello Stato di Qualità dell'Aria

6.4.3.1 Normativa di Riferimento della Qualità dell'Aria

Gli standard di qualità dell'aria sono stabiliti dal Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No.155 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato sulla G.U. No. 216 del 15 Settembre 2010 (Suppl. Ordinario No. 217) e in vigore dal 30 Settembre 2010.

Nella successiva Tabella vengono riassunti i valori limite per i principali inquinanti ed i livelli critici per la protezione della vegetazione per il Biossido di -Zolfo e per gli Ossidi di Azoto come indicato dal sopraccitato Decreto.

Tabella 6.16: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No. 155

Periodo di Mediazione	Valore Limite/Livello Critico
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	
1 ora	350 µg/m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 24 volte per anno civile
24 ore	125 µg/m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 3 volte per anno civile
anno civile e inverno (1/10-31/03) (protezione della vegetazione)	20 µg/m ³
BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂) (*)	
1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m ³
OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	
anno civile (protezione della vegetazione)	30 µg/m ³
POLVERI SOTTILI (PM₁₀) (**)	
24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m ³
POLVERI SOTTILI (PM_{2.5})	
FASE I	
anno civile	25 µg/m ³ (3-bis)
FASE II	
anno civile	(4)
PIOMBO (Pb)	
anno civile	0.5 µg/m ³ (3)
BENZENE (C₆H₆) (*)	
anno civile	5 µg/m ³
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore ⁽²⁾	10 mg/m ³ ⁽¹⁾

Note:

- (1) Già in vigore dal 1 Gennaio 2005
- (2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- (3) La norma prevedeva il raggiungimento di tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni di attività industriali. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1,000 m rispetto a tali fonti industriali
- (3-bis) La somma del valore limite e del relativo margine di tolleranza da applicare in ciascun anno dal 2008 al 2015 è stabilito dall'allegato I, parte (5) della Decisione 2011/850/Ue e successive modificazioni.
- (4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.

- (*) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.
- (**) Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, la norma prevedeva che i valori limite dovessero essere rispettati entro l'11 giugno 2011.

Per quanto riguarda l'ozono, di seguito si riportano i valori obiettivo e gli obiettivi a lungo termine, come stabiliti dalla normativa vigente.

Tabella 6.17: Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine

Valori Obiettivo		
Finalità	Periodo di Mediazione	Valore Obiettivo
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h ⁽¹⁾	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni ⁽²⁾
Protezione della vegetazione	Da Maggio a Luglio	AOT40 ⁽³⁾ (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18,000 µg/m ³ h come media su 5 anni ⁽²⁾
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m ³
Protezione della vegetazione	Da Maggio a Luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6,000 µg/m ³ h

Note:

- (1) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è riferita al giorno nel quale la stessa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
- (2) Se non è possibile determinare le medie su 3 o 5 anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a:
- Un anno per il valore-obiettivo ai fini della protezione della salute umana
 - Tre anni per il valore-obiettivo ai fini della protezione della vegetazione
- (3) AOT40: somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

6.4.3.2 Rete di Monitoraggio

La struttura delle Rete Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria della Toscana è stata modificata negli anni a partire da quella descritta dall'allegato III della DGRT 1025/2010, fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella dell'allegato C della Delibera n. 964 del 12 ottobre 2015.

Dal 2017 sono state attivate tutte le 37 stazioni previste dalla DGRT n. 964/2015, come riportato nelle tabelle di seguito e quindi il 2019 è stato il terzo anno consecutivo nel quale la Rete Regionale ha funzionato a pieno regime.

Sebbene distanti dal Terminale oltre 30 km, di seguito si riportano i dati di NOx e Polveri relativi alle centraline di:

- ✓ Lucca-Viareggio, stazione Urbana, di Fondo;
- ✓ Pisa-Bassi, stazione Urbana, di Fondo;
- ✓ Pisa-Borghetto, stazione Urbana, di Traffico;
- ✓ Livorno-Cappiello, stazione Urbana, di Fondo;
- ✓ Livorno-Carducci, stazione Urbana, di Traffico;
- ✓ Livorno-LaPira, stazione Urbana, di Fondo;

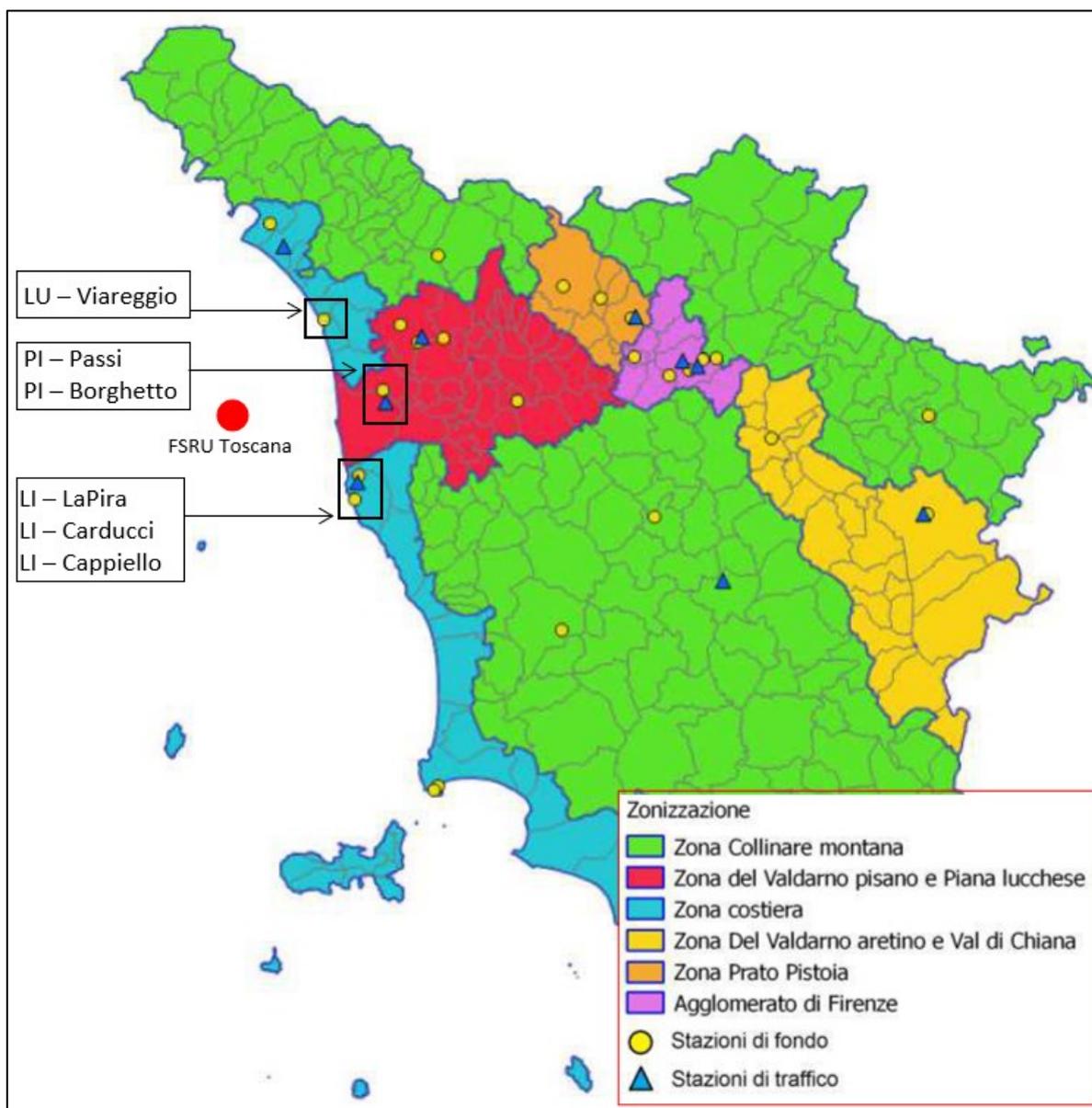


Figura 6.35: Rete di Monitoraggio della Qualità dell’Aria della Regione Toscana

6.4.3.2.1 *Biossidi di Azoto e Ossidi di Azoto (NO₂)*

Nel 2019 non si è verificato alcun episodio di superamento della media oraria di 200 µg/m³ rispettando pienamente il primo parametro in tutto il territorio. Le medie annuali sono state tutte inferiori a 40 µg/m³ rispettando il limite normativo.

Tabella 6.18: Monitoraggio della Qualità dell’Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Anno 2019 – Concentrazioni di NO₂

Stazione	Tipo di aggregazione	Valori di riferimento per la qualità dell'aria Biossido di azoto (NO ₂) - Concentrazione [µg/m ³] e numero dei superamenti
		2019
LU-Viareggio	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	24
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	0
PI-Passi	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	18
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	0
PI-Borghetto	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	33
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	0
LI-Cappiello	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	0
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	16
LI- Carducci	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	(1)
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	(1)
LI- Via La Pira	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	19
	Numero superamenti del Valore Limite orario (VL 200 µg/m ³)	0

Nota:

(1) * efficienza analizzatore <90%.

Per quanto riguarda la media annua nel periodo 2010-2019:

- ✓ le Stazioni LU-Viareggio, PI-Passi, PI-Borghetto, LI-Cappiello e LI-La Pira (inizio monitoraggio dal 2014), hanno evidenziato un sostanziale rispetto dei limiti di normativa (unico superamento nel 2011 presso PI-Borghetto con 43 µg/m³);
- ✓ la stazione PI-Carducci (inizio monitoraggio 2010) ha superato il limite in tutti gli anni dal 2010-2014 (valori compresi tra 41 e 60 µg/m³); dal 2015 al 2019 non sono stati registrati superamenti;
- ✓ dal 2015 è possibile osservare una generale tendenza al miglioramento delle qualità dell’aria.

Tabella 6.19: Monitoraggio della Qualità dell’Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di NO₂

Nome stazione	Medie annuali in µg/m ³									
	V.L. = 40 µg/m ³									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LU-Viareggio	34	32	38	26	26	31	28	28	24	24
PI-Passi	19	21	21	20	16	21	19	19	17	18
PI-Borghetto	39	43	37	36	33	37	36	36	32	33
LI-Cappiello	-	*	26	29	19	19	16	16	14	16
LI-Carducci	44	48	60	50	41	40	33	36	39	*
LI-LaPira	-	-	-	-	*	23	21	22	17	19

Nota:

(1) "*" efficienza analizzatore <90%;

6.4.3.2.2 Particolato fine (PM₁₀)

Il valore limite relativo all'indicatore della media annuale di PM₁₀ di 40 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale nel 2019, come già avviene consecutivamente da diversi anni.

La concentrazione media regionale registrata nel 2019 è pari a 20.6 µg/m³, con media registrata presso le stazioni di fondo pari a 20 µg/m³. Il limite relativo al numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ è stato rispettato presso le due stazioni considerate (e in generale in quasi tutte le stazioni regionali).

Tabella 6.20: Monitoraggio della Qualità dell'Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Anno 2019 – Concentrazioni di PM₁₀

Stazione	Tipo di aggregazione	Valori di riferimento per la qualità dell'aria PM ₁₀ - Concentrazione [µg/m ³] e numero dei superamenti
		2019
LU-Viareggio	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	24
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	11
PI-Passi	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	22
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	11
PI-Borghetto	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	25
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	15
LI-Cappiello	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	17
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	0
LI- Carducci	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	23
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	1
LI- Via La Pira	Media Annuale (valore limite anno civile di 40 µg/m ³)	18
	Numero superamenti del Valore Limite giornaliero (valore limite giornaliero di 50 µg/m ³)	0

Per quanto riguarda la media annua nel periodo 2010-2019 non si segnala alcun superamento del valore limite (dal 2014 per LI-Cappiello e LI-La Pira, data di inizio monitoraggio per questo inquinante presso la centralina).

Con riferimento al numero di superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³, da non superare più di 35 volte per anno) dal 2010 al 2019 gli unici superi sono stati monitorati nel 2011 presso le stazioni di LU-Viareggio (37 superi; 2 oltre il consentito) e PI-Borghetto (44 superi, 9 oltre il consentito).

Tabella 6.21: Monitoraggio della Qualità dell’Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di PM₁₀

Nome stazione	Medie annuali in µg/m ³									
	V.L. = 40 µg/m ³									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LU-Viareggio	26	30	28	27	24	27	26	26	22	24
PI-Passi	25	26	25	23	21	25	22	22	21	22
PI-Borghetto	29	30	28	26	25	29	27	27	26	25
LI-Cappiello	-	-	-	-	17	18	18	17	17	17
LI-Carducci	27	28	27	23	23	25	24	23	23	23
LI-LaPira	-	-	-	-	*	21	19	19	18	18

Tabella 6.22: Monitoraggio della Qualità dell’Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – No. Superamenti Media Giornaliera di 50 µg/m³ di PM₁₀

Nome stazione	N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m ³									
	V.L. = 35 gg/anno									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LU-Viareggio	9	37	15	21	11	26	25	21	6	11
PI-Passi	13	28	17	22	10	14	14	10	8	11
PI-Borghetto	31	44	35	31	18	34	24	15	8	15
LI-Cappiello	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
LI-Carducci	11	7	4	1	0	2	2	2	0	1
LI-LaPira	-	-	-	-	*	0	0	0	0	0

6.4.3.2.3 Particolato fine (PM_{2.5})

Il valore limite relativo all'indicatore della media annuale di PM_{2.5} di 25 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale nel 2019.

Tabella 6.23: Stazione di Lu-Viareggio e LI-Cappiello 2019 – Concentrazioni di PM_{2.5}

Stazione	Tipo di aggregazione	Valori di riferimento per la qualità dell'aria PM _{2.5} - Concentrazione [µg/m ³]
		2019
LU-Viareggio	Media Annuale (valore limite anno civile di 25 µg/m ³)	14
PI-Passi		12
PI-Borghetto		6
LI-Cappiello		9
LI- Carducci		12
LI- Via La Pira		Non Monitorato

Nel periodo 2010-2019 non si segnala alcun superamento del valore limite per la media annua.

Tabella 6.24: Monitoraggio della Qualità dell’Aria presso le Stazioni di Viareggio, Pisa e Livorno, Periodo 2010-2019 – Concentrazioni Medie Annuali di PM_{2.5}

Stazione	Medie annuali in $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
	V.L. = 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
LU-Viareggio	-	-	-	-	14	18	16	16	14	14
PI-Passi	16	18	16	16	14	17	14	14	13	12
PI-Borghetto	-	-	-	-	-	*	18	18	16	16
LI-Cappiello	-	-	-	-	9	11	10	9	9	9
LI-Carducci	14	16	14	13	13	15	13	13	13	12

6.5 RUMORE SUBACQUEO

6.5.1 Normativa e Linee Guida

Per quanto concerne il rumore subacqueo, nonostante a livello europeo sia riconosciuto come un’importante forma di inquinamento dal 1982 (Convenzione sul diritto del mare UNCLOS). l’Italia non è dotata di una normativa specifica (Sito web ISPRA agenti fisici).

L’Italia ha tuttavia:

- ✓ adottato le “Linee Guida per la gestione dell’impatto di rumore antropogenico sui cetacei nell’area ACCOBAMS” in qualità di parte contraente l’Accordo ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area);
- ✓ recepito con D.Lgs. No.190 del 13 Ottobre 2010 la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina (Marine Framework Strategy Directive- MSFD 2008/56/CE), in cui il rumore diventa un parametro di qualità dell’ambiente marino (Descrittore 11 – rumore sottomarino).

6.5.2 Sorgenti di Rumore in Mare

I livelli sonori ambientali (o di fondo) che creano il paesaggio sonoro oceanico sono composti da molte fonti naturali e antropogeniche (si veda la figura riportata nel seguito). Le principali fonti ambientali di suono sono il vento, le precipitazioni e il ghiaccio marino. Il rumore generato dal vento nell’oceano è ben descritto (ad esempio, Wenz 1962, Ross 1976) e il suono dei frangenti è noto per il suo importante contributo ai paesaggi sonori costieri (Deane 2000). Le precipitazioni sono una fonte di rumore frequente, con contributi che in genere si concentrano a frequenze superiori a 500 Hz. Alle basse frequenze (<100 Hz), i terremoti e altri eventi geologici contribuiscono al paesaggio sonoro.

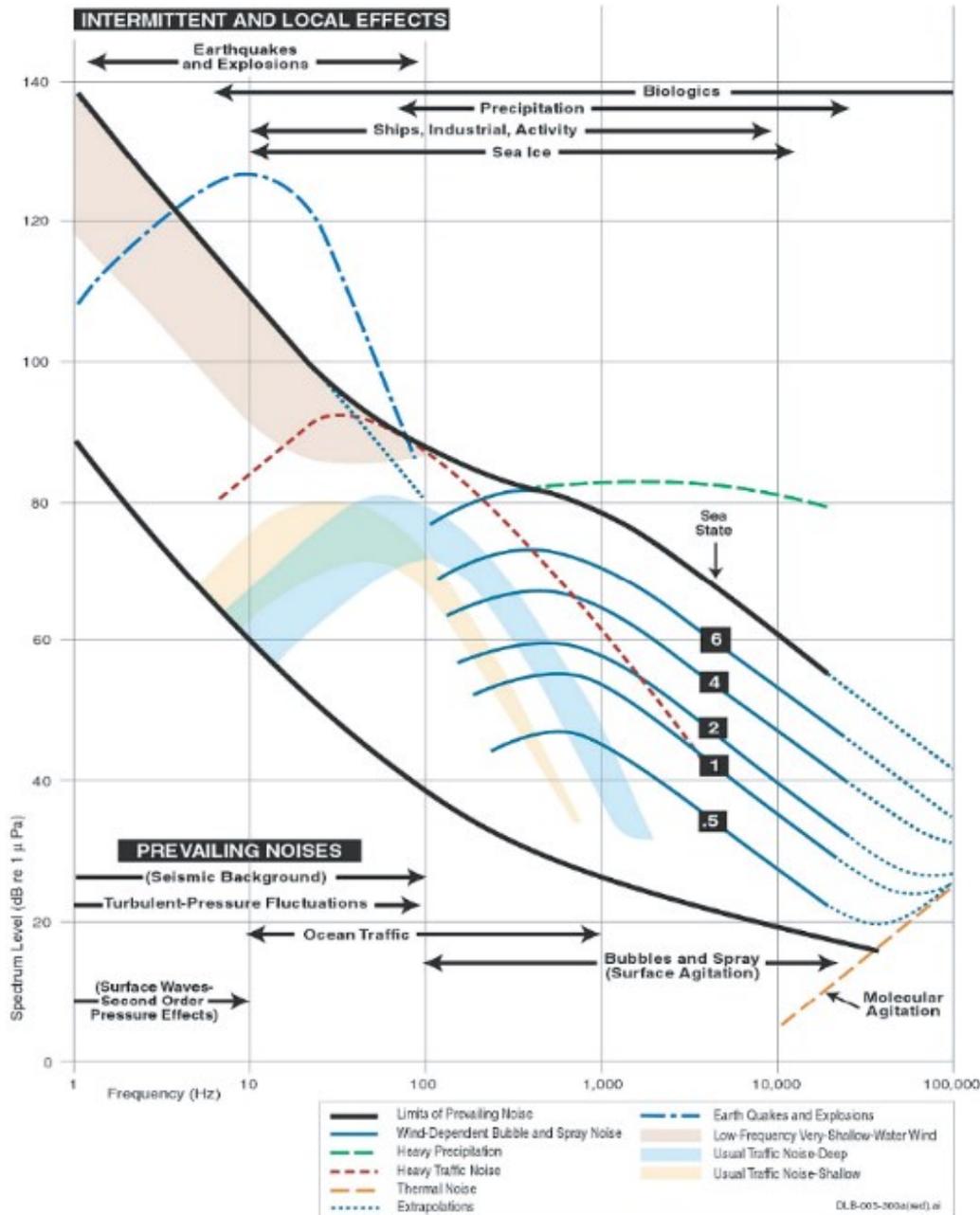


Figura 6.36: Curve di Wenz che descrivono i livelli di densità spettrale della pressione del suono ambientale marino dalle condizioni del tempo, vento, attività geologiche e navigazione commerciale (NRC 2003, adottato da Wenz 1962)

Oltre al rumore naturale, il mare è dominato da sorgenti di rumore antropogeniche quali (Simmonds et al., 2004):

- ✓ traffico marittimo: genera rumori derivanti dai propulsori, dai macchinari e dal passaggio degli scafi nell'acqua. La maggior parte delle imbarcazioni ha un range di basse frequenze, meno di 1 kHz, che coincidono con le frequenze usate dalle balene per la comunicazione ed altre attività biologiche;
- ✓ rilevamento sismico: durante le prospezioni sismiche il suono ad alta intensità e bassa frequenza è diretto attraverso la crosta terrestre e riflesso dai diversi strati geologici. Ogni sorgente sismica lavora ad intensità e frequenze diverse;

- ✓ industria del gas e del petrolio: i rumori generati da queste attività sono sia dovuti all'aumento del traffico marittimo, sia al rilevamento sismico ma anche all'installazione delle strutture di perforazione e produzione e a tutte le attività connesse;
- ✓ ricerca in ambito marino;
- ✓ attività militari: i mezzi militari usualmente utilizzano i sonar.

Il rumore antropogenico può essere suddiviso in due categorie principali:

- ✓ inquinamento acuto e puntuale o transitorio (Descrittore 11.1 MSFD), prodotto in una posizione per un periodo definito di tempo, da una specifica sorgente;
- ✓ inquinamento diffuso e continuo (Descrittore 11.2 MSFD), ad esempio quello dovuto al traffico navale, dovuto alla somma di un grande numero di fonti in continuo movimento.

6.5.3 Livelli di Rumore di Fondo

I livelli sonori ambientali o di fondo che contribuiscono a formare il paesaggio sonoro marino sono costituiti da fonti naturali e antropogeniche.

Le principali fonti ambientali di suono includono il vento e le precipitazioni atmosferiche.

Il rumore generato dal vento nell'oceano è ben descritto (ad esempio, Wenz 1962, Ross 1976) e il suono delle onde è noto per essere un importante contributo ai livelli sonori vicino alla costa (Deane 2000). Le precipitazioni sono una fonte di rumore frequente, con i contributi in genere si concentrano a frequenze superiori a 500 Hz. Alle basse frequenze (<100 Hz), i terremoti e altri eventi geologici possono contribuire al paesaggio sonoro.

Il suono antropogenico (generato dall'uomo) può essere un sottoprodotto delle operazioni della nave, come il suono del motore che si irradia attraverso gli scafi delle navi e i sistemi di propulsione, soprattutto per il fenomeno della cavitazione, oppure può essere prodotto intenzionalmente per lo svolgimento di rilievi sismici o sonar militari, risultando come i principali contributi nelle profondità del mare.

Il contributo delle fonti antropogeniche al paesaggio sonoro degli oceani è aumentato dagli anni '50 al 2010, in gran parte guidato da un maggiore traffico marittimo (Ross 1976, Andrew et al. 2011). Le tendenze recenti suggeriscono che i livelli sonori globali stiano livellando o siano potenzialmente in calo in alcune aree (Andrew et al. 2011, Miksis-Olds e Nichols 2016).

Come si vedrà più nel dettaglio nel seguente Paragrafo 6.6.1.2, e come anticipato dalla seguente figura tratta dal sito web www.marinetraffic.com, l'area dell'Alto Tirreno risulta piuttosto trafficata.

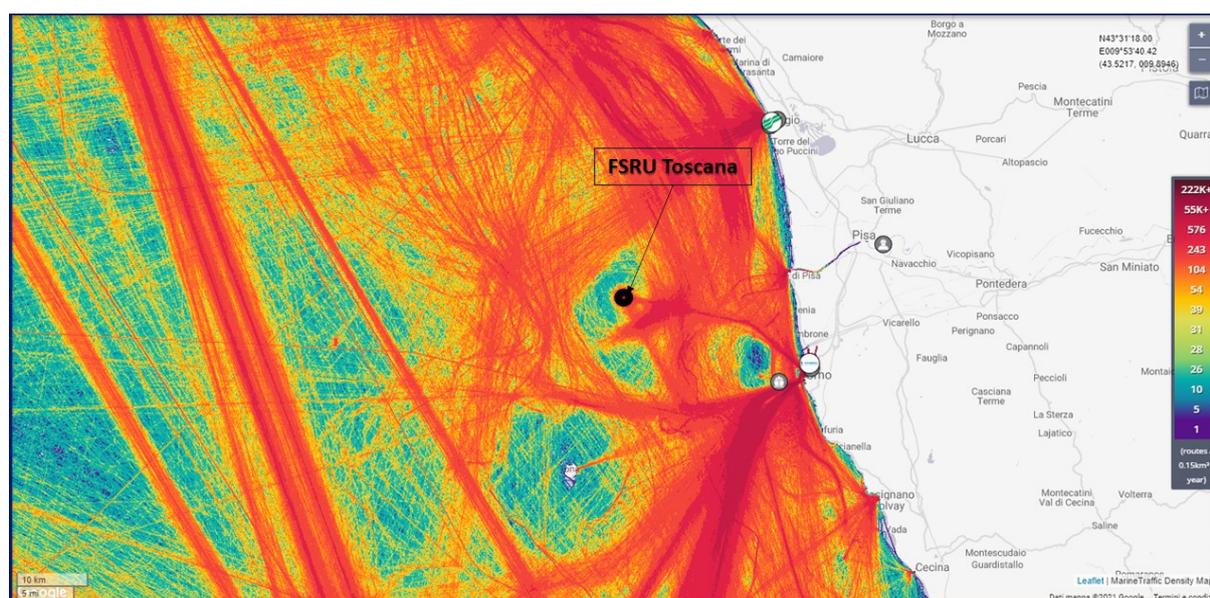


Figura 6.37: Mappa della Densità del Traffico Marino nel corso del 2019 (sito web: <http://www.marinetraffic.com/>)

Si può pertanto ritenere che il rumore delle navi contribuisca maggiormente al rumore ambientale antropogenico nell'area.

6.5.4 Monitoraggio dei Livelli di Rumore

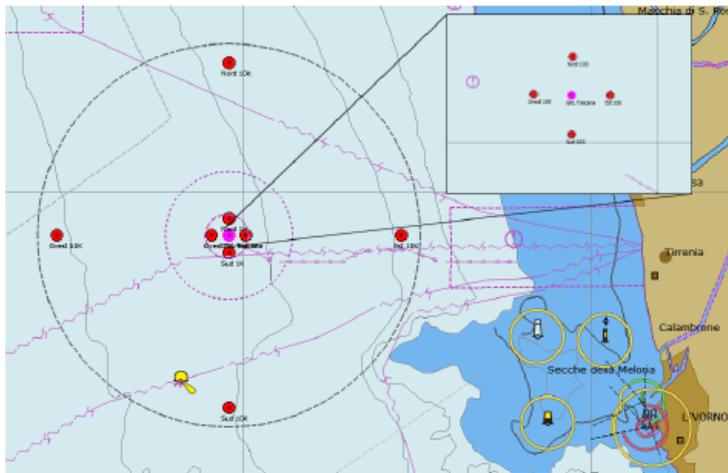
Nel seguito del Paragrafo si riportano:

- ✓ gli esiti del monitoraggio del Rumore Sottomarino presso il Terminale, tratti dal Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino VI° anno di monitoraggio (2019) (Paragrafo 6.5.4.1);
- ✓ gli esiti della Valutazione del Rumore Sottomarino durante le fasi di allibo di una metaniera all'FSRU, effettuata in seguito alla Prescrizione del MATTM relativa all'ottemperanza del 5° anno di monitoraggio di cui al Decreto No. 188 del 25 Giugno 2020 (Paragrafo 6.5.4.2).

6.5.4.1 Esiti del Piano di Monitoraggio

In accordo al piano di monitoraggio, la misurazione dei livelli di rumore è stata effettuata stagionalmente in 12 stazioni a 100m, 1,000m e 10,000m dal punto di ancoraggio del Terminale sulle radiali dei 4 punti cardinali.

Le stazioni sono state identificate come N100 - N1K - N10K - W100 - W1K - W10K - E100 - E1K - E10K - S100 - S1K - S10K nella Figura seguente.



WGS84	Latitune N	Longitudine E
Est 100	43° 38,665	09° 59,408
Est 1K	43° 38,666	10° 00,076
Est 10K	43° 38,666	10° 06,791
Sud 100	43° 38,611'	09° 59,333
Sud 1K	43° 38,126	09° 59,330
Sud 10K	43° 33,266	09° 59,330
Ovest 100	43° 38,667'	09° 59,260
Ovest 1K	43° 38,666	09° 58,584
Ovest 10K	43° 38,666	09° 51,868
Nord 100	43° 38,719'	09° 59,335
Nord 1K	43° 39,206	09° 59,330
Nord 10k	43° 44,065	09° 59,330

Figura 6.38: Posizione delle Stazioni di Campionamento Acustico

Ai fini dello studio si è fatto riferimento alle Linee Guida ISPRA (Borsani & Farchi, 2011, parte seconda) che definiscono valori soglia per rumori di natura sia impulsiva che continua, in grado di provocare risposte comportamentali, danni temporanei o permanenti ai cetacei.

Per la valutazione della misura del rumore sono stati confrontati i risultati delle campagne da A13 a E19 (tenendo presente quanto previsto nella valutazione previsionale, e i valori soglia delle Linee Guida di ISPRA) con i livelli di rumore misurati nelle stazioni durante la fase di Bianco (livelli minimi, medi e massimi calcolati della PSDf in terze d'ottava nello spettro 20Hz-40kHz).

Per ogni campagna, attraverso i livelli misurati in campo e con la definizione di un adeguato modello di propagazione del suono, è stato possibile determinare il livello di emissione alla sorgente costituita dal Terminale, ed è stata individuata la banda di frequenze prevalente in cui il rumore prodotto altera in misura maggiore il rumore di fondo naturale.

La Tabella seguente rappresenta la sintesi delle misure effettuate nelle singole campagne. Ad oggi, nella frequenza di 12 kHz, è stato individuato il maggior contributo di rumore del Terminale.

Tabella 6.25: Riepilogo dei Livelli Calcolati alla Sorgente delle Emissioni Acustiche del Terminale

Campagna	Valore stimato alla sorgente [dB re 1 uPa @1m] (Frequenza 12 kHz)	Campagna	Valore stimato alla sorgente [dB re 1 uPa @1m] (Frequenza 12 kHz)
A13	107	A16	109
I14	99	I17	111
P14	102	P17	91
E14	99	E17	93
A14	98	A17	96
I15	107	I18	99
P15	98	P18	92
E15	113	E18	non calcolabili
A15	112	A18	98
I16	111	I19	100
P16	103	P19	98
E16	107	E19	115
Max	115	Min	91
Media	102,5	Dev St	7,1

Il livello misurato nel Bianco alla frequenza di 12 kHz è stato di 47 dB.

La media dei valori ottenuta dai dati di tutte le campagne finora eseguite in presenza del Terminale è pari a 102.5 dB e risulta superiore di 55.5 dB rispetto al Bianco, mentre il valore massimo (115 dB) registrato tra tutti gli anni, risulta maggiore di 68 dB.

Il valore di emissione del Terminale è stato confrontato con i due valori di soglia. Il primo, contenuto nella Valutazione previsionale redatta durante la fase di progetto, riporta nelle conclusioni un valore atteso di 185 dB re 1uPa @ 1m. Il livello massimo finora registrato di 115 dB re 1uPa @ 1m è dunque ampiamente inferiore a quello calcolato in fase di progetto ed approvato dall'Autorità preposta.

Il secondo valore soglia è quello individuato dalle Linee Guida Ispra che definisce in 110-120 dB il limite al di sopra del quale vengono provocate le prime risposte comportamentali nei cetacei potenzialmente presenti nell'area del Terminale. Anche in questo caso il livello di 113 dB si colloca entro i limiti di riferimento. È quindi possibile affermare che non vi sono superamenti rispetto a quanto previsto in fase di progetto e a quanto affermato dalle attuali linee guida.

Per caratterizzare meglio l'ambiente acustico nell'area del Terminale in tutto lo spettro di frequenze, è stata considerata, per ogni campagna, una curva di riferimento della PSDf (Power Spectral Density function) misurata nella stazione E100 a 55 m di profondità.

Per evitare errate interpretazioni è stato necessario escludere dai calcoli la campagna A15 e la campagna E18. Per A15, durante le misure era presente in movimento come nave d'appoggio il rimorchiatore Corrado Neri, che produceva livelli di rumore molto più elevati della media in tutto lo spettro considerato. Per E18 pur trattandosi di attività connesse al Terminale è stato ritenuto più corretto evidenziare a parte tale contributo emissivo perché transitorio e non derivante dal normale funzionamento degli impianti di bordo.

La seguente figura mostra quindi un confronto fra i livelli PSDf in terze d'ottava del Bianco (B), i valori minimi, medi e massimi calcolati tra le campagne A13 ed E17 (escluso A15) ed i livelli misurati in A15 nella stazione E100m a 55m di profondità.

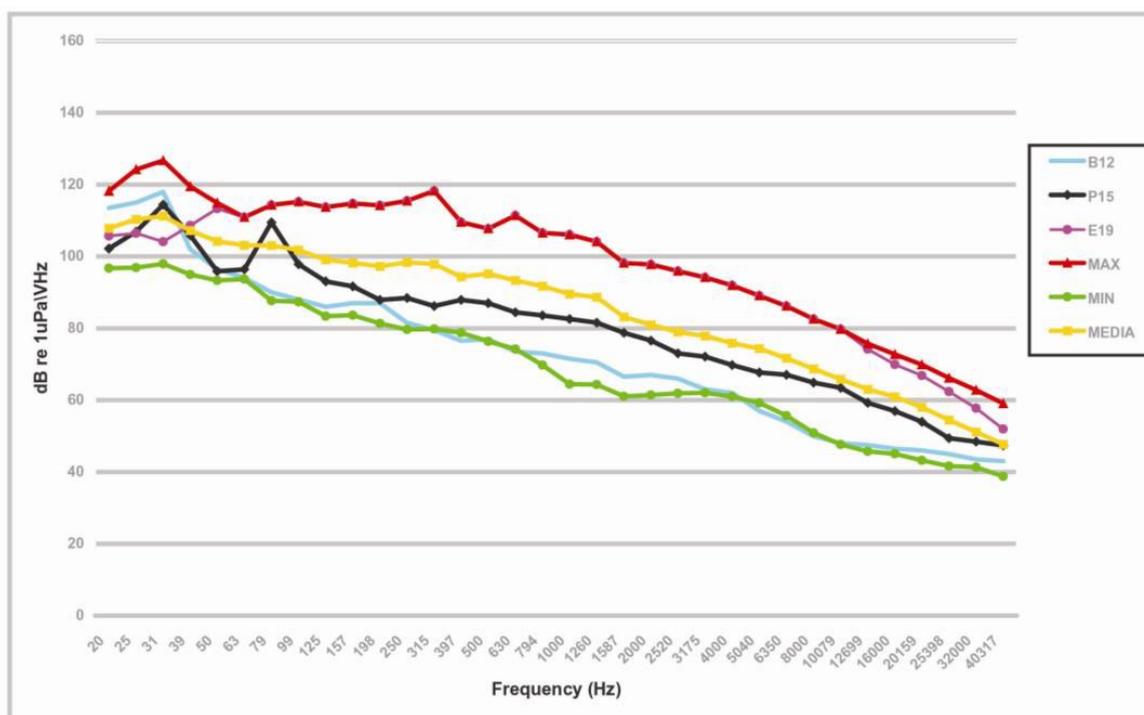


Figura 6.39: Confronto fra i Livelli PSDf in terze d'Ottava del Bianco (B), i Valori Minimi, Medi e Massimi calcolati tra le Campagne P13 ed E19 (escluse A15 ed E18) nella Stazione E100

Dal confronto con i valori minimi, medi e massimi misurati nelle diverse campagne (escludendo A15 ed E18 per i motivi suddetti) si evince che in quasi tutto lo spettro considerato i livelli misurati a E100 in presenza del Terminale sono più elevati della curva di Bianco (B), confermando che il Terminale modifica l'ambiente acustico dell'area.

Le basse frequenze, al di sotto dei 50Hz, mostrano invece un risultato inverso. Il rumore a bassa frequenza, anche fino a 1000Hz è originato prevalentemente dal traffico navale che rende questa parte dello spettro dipendente da sorgenti di rumore anche molto lontane. Tutte le curve differiscono dal Bianco maggiormente nell'intorno dei 12kHz.

6.5.4.2 Valutazione del Rumore Sottomarino durante le Fasi di Allibo di una Metaniera

Al fine di ottemperare alla prescrizione redatta dal MATTM durante l'ottemperanza del 5° anno di monitoraggio (Decreto No. 188 del 25 Giugno 2020), di seguito riportata "Entro un anno solare dalla emissione del presente decreto dovranno essere eseguite, in accordo con la Capitaneria di Porto e ISPRA, delle misure specifiche di rumore per ogni tipologia di nave, durante tutto il periodo di operazioni di arrivo, ormeggio, scarico del GNL e allontanamento delle stesse navi dal Terminale", nei giorni 9 e 10 Settembre 2020 sono state effettuate misure del rumore sottomarino durante le operazioni di allibo di una nave metaniera al Terminale "FSRU Toscana" e delle attività antecedenti (avvicinamento) e successive (allontanamento) (OLT, 2020).

In particolare, sono state effettuate misure in campo del rumore durante tutte le diverse fasi dell'allibo della metaniera Global Energy (capacità di carico pari a circa 170,000 m³, lunghezza nave pari a 295 m) al Terminale FSRU Toscana, con le seguenti modalità:

- ✓ mantenendo il mezzo nautico a 4 miglia nautiche in posizione ortogonale sul lato destro rispetto a quella del Terminale (lato dei bracci di carico) prima dell'inizio dell'allibo, tenendo conto della traiettoria di avvicinamento della metaniera oggetto di indagine (tale posizione risulta quella più idonea ad eliminare l'eventuale schermatura di propagazione del rumore da parte dello scafo del Terminale);
- ✓ con registrazioni di 10 minuti (tempistica ritenuta adeguata in quanto per ogni fase il rumore rimane omogeneo) a due profondità (sopra e sotto il termocline presente nel mese di settembre 2020) per tutte le fasi di

avvicinamento, affiancamento, allibo (fasi preparatorie alla scarica denominata “fase di raffreddamento”, fase di scarica e fase di max rata di scarica) e allontanamento di una metaniera al Terminale;

- ✓ in una giornata di mare calmo in modo da ridurre l'effetto del rumore causato dalle onde.

Le fasi analizzate sono state:

- ✓ **Avvicinamento:** La metaniera naviga con una precisa rotta di avvicinamento durante la quale il pilota sale a bordo (a circa 2-3 nm). La nave viene agganciata da No. 2 rimorchiatori (un terzo è presente nelle immediate vicinanze del Terminale per assistere alla manovra) e ad una distanza di circa 2 nm viene rimorchiata. La velocità di avvicinamento, in funzione della distanza dal Terminale, passa da circa 9 nodi (a 9 km di distanza) a 1 nodo (a 1 km di distanza). Tali velocità rispettano l'ordinanza 6/2014 della Capitaneria di Livorno che impone una velocità inferiore a 6 nodi all'interno delle 2 miglia nautiche di raggio;
- ✓ **Affiancamento:** La metaniera trainata da No. 2 rimorchiatori (il terzo solo in assistenza) procede lentamente fino ad affiancarsi al Terminale. In questa fase il terzo rimorchiatore si posiziona a metà della metaniera ed in caso di necessità procede con la spinta della stessa per completare l'allibo. In questa fase (suddivisa successivamente in fase di manovra e di attracco) i rimorchiatori hanno ovviamente un importante contributo al rumore registrato;
- ✓ **Allibo (raffreddamento, Scarica e maximum rate di scarica):** Metaniera e Terminale ormai affiancate iniziano le procedure di allibo (preparazione alla scarica, scarica e preparazione per il distacco). Presenti a 500 m dal Terminale solo No. 2 rimorchiatori in stand-by pronti ad intervenire in caso di emergenza (con i motori in funzione);
- ✓ **Allontanamento:** La metaniera si allontana dal Terminale con l'ausilio di No. 2 rimorchiatori. La velocità di allontanamento passa da 2 nodi a 6 nodi, sempre in accordo all'ordinanza 6/2014 della Capitaneria di Porto di Livorno.

Di seguito si riportano le principali conclusioni derivanti da tali misurazioni:

- ✓ per ogni fase studiata l'SL (Source Level) cumulato (il valore del rumore alla sorgente cumulato per tutte le frequenze), è risultato sempre inferiore ai livelli soglia di barotrauma sia Temporaneo che Permanente per i cetacei - ISPRA (TTS e PTS), con un valore massimo pari a circa 188 dB re 1µPa, durante la fase di Allibo-Scarica, a 8 m di profondità, contro i 224 dB re 1µPa e 230 dB re 1µPa di TTS e PTS;
- ✓ confrontando i valori di SL cumulati con la stima effettuata in sede di VIA del progetto del Terminale FSRU Toscana, i valori SL calcolati dalla misura risultano del tutto paragonabili;
- ✓ il sistema monitorato (Terminale, rimorchiatori e nave Metaniera) ha un'emissione acustica (SL in tutte le fasi) paragonabile a quella di una nave in movimento e in considerazione di ciò e del traffico di navi metaniere verso il Terminale (si veda anche il successivo Paragrafo 6.6.1.2), è possibile affermare che il contributo di rumore in detta area derivante dalle attività di allibo presso il Terminale FSRU Toscana risulti poco significativo rispetto al rumore continuo derivante dal traffico marittimo.

Si evidenzia ad ogni modo che i valori di SL cumulato riportati risultano altamente conservativi in quanto sono stati calcolati a partire dai valori SPL (Sound Pressure Level) cumulativi su tutte le frequenze e in quanto l'SPL cumulato tiene conto anche dei rumori ambientali estranei al “Sistema allibo” generati ad esempio dalle navi le cui emissioni, a basse frequenze, si propagano per molti km.

6.6 ECOSISTEMI ANTROPICI

6.6.1 Traffici Marittimi

Nel presente paragrafo si riportano:

- ✓ i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno tratti dalle Statistiche del 2019, rese disponibili sul sito web dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale (Paragrafo 6.6.1.1);
- ✓ alcune indicazioni sulle rotte e sul traffico navale che interessano l'area del Terminale (Paragrafo 6.6.1.2).

6.6.1.1 [Traffico Navale nel Porto di Livorno](#)

Il Porto di Livorno si affaccia sul Mar Tirreno, sulla costa occidentale italiana. Situato a 43°33' di latitudine Nord e a 10° 18' di longitudine Est, ha una collocazione geografica che gli conferisce un ruolo strategico al centro del Mediterraneo orientale.

Inserito dalla Commissione UE nel Core Network della rete infrastrutturale europea Ten-T, Livorno è tra i primi scali nazionali per quantità di merci movimentate e si è imposto all'attenzione mondiale come porto polifunzionale. Oggi si sviluppa su una superficie di oltre 2.5 milioni m² e vanta circa 90 accosti, 21 chilometri di banchine e una profondità che arriva fino a 13 metri.

Il porto vanta impianti e mezzi ad elevata tecnologia e movimentata ogni anno oltre 30 milioni di tonnellate merci e oltre 3 milioni di passeggeri, di cui circa 700/800 mila crocieristi.

Nel seguito sono riportati i dati di traffico marittimo interessanti il Porto di Livorno nel periodo 2018-2019.

Tabella 6.26: Principali Indicatori di Traffico nel Porto di Livorno (2018-2019)

Indicatore	2018	2019	Variazione (%)
Totale movimentazione del porto (ton)	36,558,305	36,715,346	+0.4
Navi arrivate	7,946	8,020	+0.9
TEUs	748,024	789,833	+5.6
Rotabili (n. mezzi commerciali)	507,406	518,873	+2.3
Passeggeri (unità)	2,652,829	2,734,150	+3.1
Crocieristi (unità)	786,136	832,121	+5.8
Auto nuove (unità)	666,651	640,752	-3.9
Prodotti forestali (ton)	1,647,427	1,645,564	-0.1

I dati relativi al 2020 non vengono presi in considerazione perché, a causa della pandemia COVID-19, la contrazione nelle operazioni marittime non può essere considerata rappresentativa.

6.6.1.2 Rotte e Traffico Navale nelle Acque circostanti il Terminale

L'analisi del traffico navale nell'area del Terminal FSRU Toscana è stata effettuata sulla base dell'elaborazione dei dati di traffico navale AIS (Automatic Identification System) condotta su un'area di circa 2,500 km² centrata sulla posizione della FSRU Toscana e del Porto di Livorno (principale porto presente nell'area).

Per l'analisi in oggetto sono stati acquisiti i dati AIS relativi all'anno 2017, i quali risultano altresì rappresentativi degli anni 2018 e 2019, considerando che il traffico nella zona di interesse sia risultato sostanzialmente invariato. In particolare, assumendo come indicatore sintetico del traffico navale nell'area di interesse il numero di navi arrivate nel porto di Livorno (dati pubblicati dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale per il porto di Livorno, www.portialettirreno.it):

- ✓ durante il 2018 si è osservato un aumento nel numero di navi arrivate in porto pari all'1.1% rispetto al 2017;
- ✓ durante il 2019 si è osservato un aumento nel numero di navi arrivate in porto pari allo 0.9% rispetto al 2018.

Le statistiche relative al 2020 non vengono prese in considerazione perché, a causa della pandemia COVID-19, la contrazione nelle operazioni marittime non può essere considerata rappresentativa dell'evoluzione statistica.

Le rotte elaborate sulla base dei dati AIS sono pertanto di seguito rappresentate con evidenziate la posizione della FSRU Toscana e del Porto di Livorno.

Le rotte relative alle attività di pesca comprendono sia gli spostamenti da/verso il porto, sia le attività di pesca. Il database riporta oltre 2,600 passaggi di navi da pesca e la densità delle rotte è tale da non permettere una chiara identificazione delle zone di pesca.

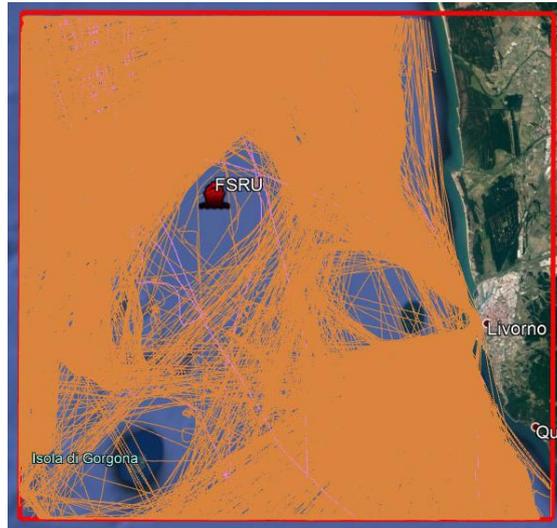


Figura 6.40: Rappresentazione delle Rotte per l'Attività di Pesca

Si notano delle zone di rispetto attorno alla FSRU Toscana, all'Isola della Gorgona e di fronte al Porto di Livorno, dove si concentrano soprattutto i movimenti di ingresso/uscita dal porto.

Si ricorda che nell'intorno del Terminale vige l'Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno con cui si definiscono le aree di interdizione alla navigazione.

Le rotte relative alle imbarcazioni di piccola stazza (classe GRT 0, < 100t) per il primo semestre dell'anno 2017 (Gennaio-Giugno, immagine di sinistra) e per il secondo semestre 2017 (Luglio-Dicembre, immagine di destra) generalmente non seguono corridoi di traffico, ma si muovono in maniera dispersa all'interno dell'area di interesse.

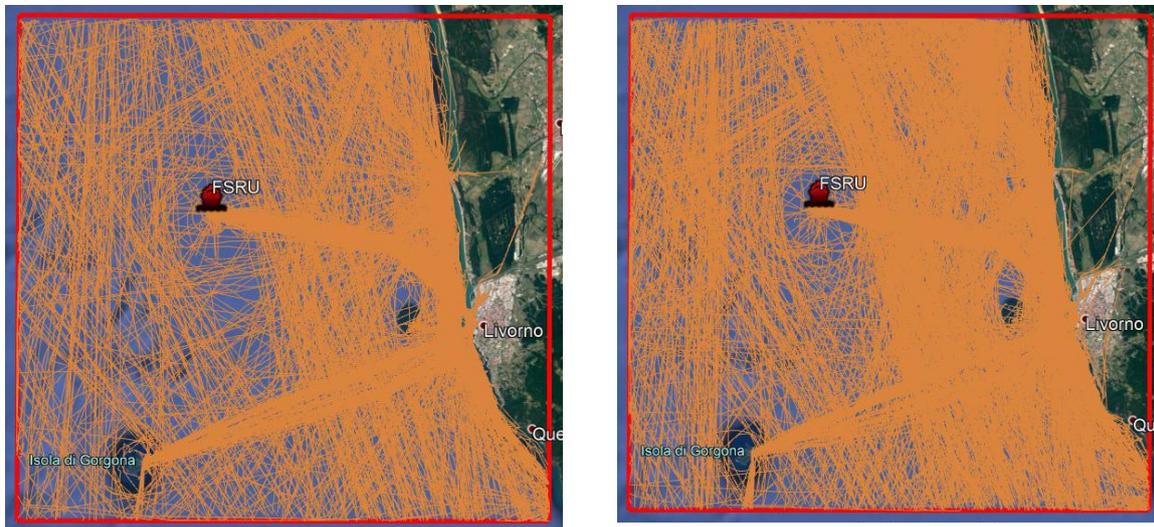


Figura 6.41: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 0 (Attività di Pesca Esclusa)

Oltre che dal Porto di Livorno, si evidenzia traffico da e verso il Porto di Viareggio.

Possono essere qualitativamente identificati anche due corridoi tra il Porto di Livorno e la FSRU Toscana (330 rotte in avvicinamento alla FSRU, operate dalla nave LNG express) e tra il Porto di Livorno e l'Isola della Gorgona.

Le rotte relative alle imbarcazioni di classe GRT 1 (100 – 1,500 t) per il primo semestre dell'anno 2017 (Gennaio-Giugno, immagine di sinistra) e per il secondo semestre 2017 (Luglio-Dicembre, immagine di destra) sono

caratterizzate soprattutto dalle navi che operano con la FSRU Toscana, per un totale di 155 passaggi (Piero Neri, Toscana, Montenero, Corrado Neri, Costante Neri e Tito Neri) e di una nave guardiana (LNG Guardian).



Figura 6.42: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 1 (Attività di Pesca Esclusa)

Le rotte relative alle imbarcazioni di classe GRT 2 – GRT 6 (da 1,500 a 60,000t) sono principalmente costituite da rotte commerciali di Ro-Ro (circa 8,000 passaggi), Traffico passeggeri (circa 1,000 passaggi), portacontainer - navi cargo (circa 6,000 passaggi) e tanker (circa 2,000 passaggi). I dati AIS registrano un totale di 20 passaggi diretti alla FSRU Toscana, tutti in GRT 6 e relativi alle LNG Carriers.

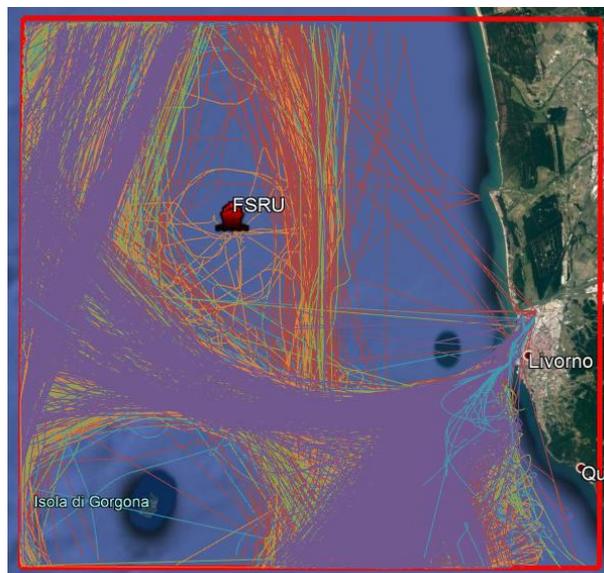


Figura 6.43: Rappresentazione delle Rotte in Classe GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione (Attività di Pesca Esclusa)

Come noto il traffico commerciale tende a percorrere rotte più o meno prestabilite, determinate da limitazioni di pescaggio, prossimità di zone di mare pericolose, zone caratterizzate da condizioni meteomarine avverse, limitazioni di traffico imposte dall'Autorità portuale o dalla Guardia Costiera, e necessità di minimizzare il percorso.

Sulla base dell'osservazione delle singole rotte delle navi commerciali (identificate nelle classi GRT 2 – 6) è possibile identificare dei corridoi di traffico all'interno dei quali è ragionevole attendersi concentrazioni di navi

maggiori rispetto ad altre porzioni di mare. L'identificazione di tali corridoi è stata effettuata sulla base dell'osservazione qualitativa degli andamenti delle rotte elaborate sulla base dei dati AIS limitatamente alle classi GRT 2 – 6:

- ✓ Corridoio 1: direzione Nord/Sud. Questo corridoio è percorso principalmente dalle navi in transito tra Livorno (tramite connessione con il Corridoio 3) e La Spezia/Marina di Massa. I dati AIS riportano un totale 1,387 passaggi. Meno del 10% del traffico sul Corridoio 1 (113 passaggi) è dovuto ai movimenti di supply vessel e TUG vessel diretti alla FSRU Toscana che escono dal Porto di Livorno tramite il Corridoio 3 e si dirigono a Nord, verso la FSRU tramite il Corridoio 1;
- ✓ Corridoio 2: direzione Nord-Ovest/Sud. Questo corridoio è percorso principalmente dalle navi in transito tra Genova e Savona a Nord e Taranto e Salerno a Sud, con un totale di 1,383 passaggi. Circa il 30% dei transiti, raggiunge il Porto di Livorno tramite il Corridoio 3;
- ✓ Corridoio 3: direzione Est-Ovest. Questo corridoio è utilizzato dalle navi in uscita dal Porto di Livorno e dirette verso Nord o Ovest per un totale di circa 3,500 passaggi (il numero di passaggi è complessivo e tiene conto sia delle navi in ingresso al Porto di Livorno, sia delle navi in uscita). Circa il 70% dei transiti in uscita è diretto a Nord verso i Porti di Genova e Savona (tramite connessione con il Corridoio 2), circa il 30% verso le coste francesi e spagnole. Il Corridoio 3 è utilizzato, come già sottolineato, dalle navi dirette alla FSRU Toscana tramite connessione con il Corridoio 1 (circa il 5% del traffico totale);
- ✓ Corridoio 4: direzione Sud. Questo corridoio è utilizzato dalle navi in uscita dal Porto di Livorno e dirette verso Sud, per un totale di circa 15,600 passaggi. Le destinazioni più frequenti sono Olbia, Bastia, Cagliari, Catania, Civitavecchia, Palermo e Napoli;
- ✓ Corridoio 5: direzione Nord-Est/Sud-Ovest. Questo corridoio interessa marginalmente la zona in esame, e raccoglie principalmente il traffico marittimo tra La Spezia e i porti del Sud (Cagliari, Gioia Tauro, Napoli) per un totale di 3,600 passaggi.

La Figura seguente riporta lo schema dei corridoi identificati senza sovrapposizione delle rotte, per semplificarne l'interpretazione.

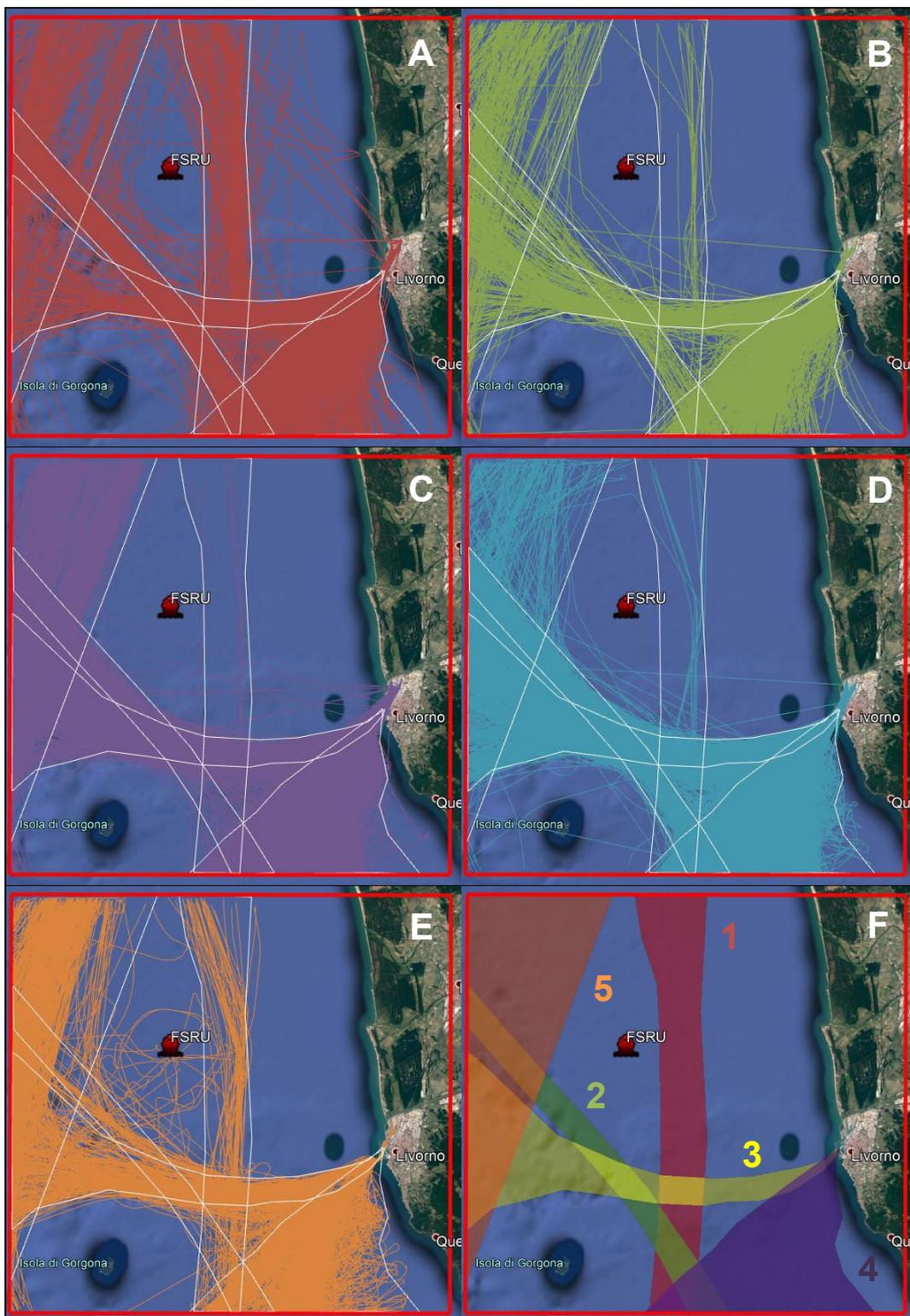


Figura 6.44: Identificazione Corridoi di Traffico Marittimo (GRT 2 Rosso, GRT 3 Verde, GRT 4 Viola, GRT 5 Azzurro, GRT 6 Arancione)

6.6.2 Popolamenti Ittici e Aree di Pesca

L'area di interesse ricade all'interno della Geographical Sub-Area (GSA) 9 "Mar Ligure e Mar Tirreno Settentrionale" (General Fisheries Commission for the Mediterranean, Resolution GFCM/33/2009/2), come evidenziato dalla seguente figura.

La flotta peschereccia che opera nella GSA 9 è caratterizzata dalla elevata presenza di pesca artigianale, che rappresenta circa tre quarti delle imbarcazioni. Tuttavia, sono i pescherecci armati con reti a strascico che contribuiscono con i più alti livelli di sbarcato e di fatturato.

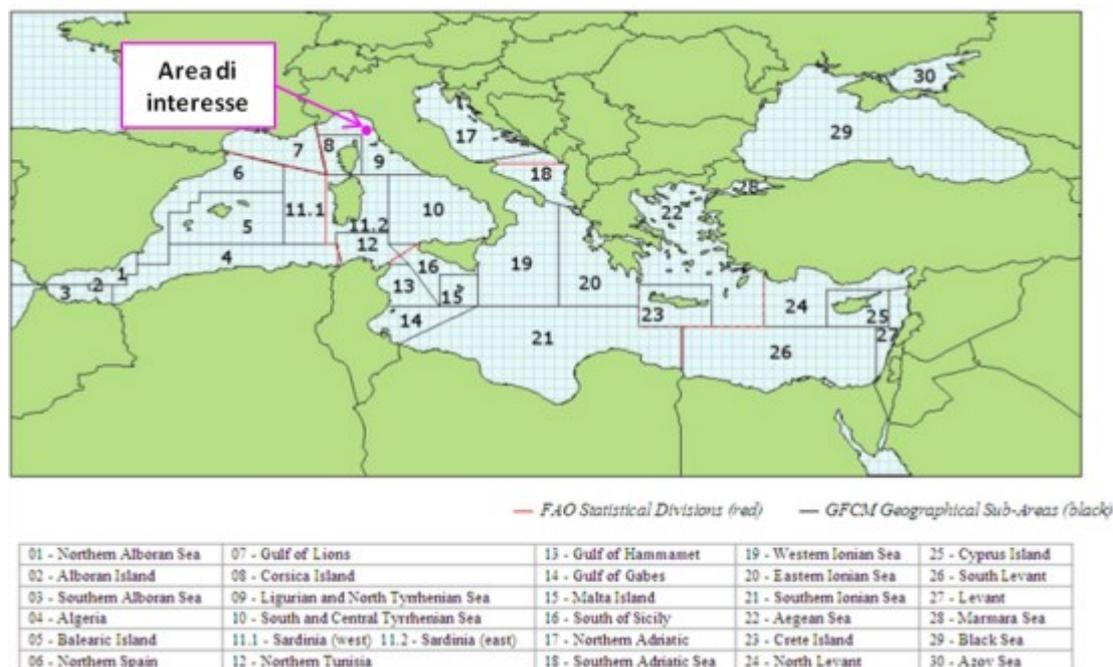


Figura 6.45: GFCM Geographical Sub-Areas (GSAs)

La costa toscana, in particolare, si estende per circa 400 km nella parte continentale, da Marina di Carrara alla foce del Torrente Chiarone, e per oltre 600 km se si includono le isole dell'Arcipelago.

Dal punto di vista morfologico il litorale si presenta differenziato in tre tipologie fondamentali: litorali caratterizzati da coste basse e sabbiose, con fondali a debole pendenza e scarsa profondità anche a notevole distanza dalla costa; litorali a costa alta, con batimetriche ravvicinate e profondità notevoli già in vicinanza della riva; litorali con costa alta e rocciosa ad elevata energia (litorali dell'Arcipelago).

La flotta da pesca in Toscana ha una distribuzione territoriale fortemente dispersa in un complesso di porti ed approdi, variegato per struttura e dimensioni, per cui il litorale toscano presenta attività di pesca diversamente sviluppate e strutturate, sia per dimensioni che per tipologia di attività prevalenti. È possibile collegare tale polverizzazione al carattere eminentemente costiero dell'attività di pesca in Toscana e alla presenza di numerosi centri marittimi di limitate dimensioni, dove la piccola pesca possiede tradizioni profondamente radicate nella storia marinara della Toscana.

L'attività di pesca in Toscana, come in tutto il Mediterraneo, è condizionata dalla fortissima multispecificità delle risorse alieutiche disponibili, dalla possibilità di impiegare nelle stesse aree di pesca battelli di varie dimensioni, armati con diversi sistemi di pesca, che risultano pertanto idonei alla cattura di più specie. La flotta toscana è caratterizzata da una mobilità elevata, infatti ai porti delle isole dell'arcipelago fanno capo sia imbarcazioni locali che unità da pesca che si spostano da altre marinerie per l'esecuzione di campagne di pesca. Nel mare antistante la costa toscana, fino ai confini amministrativi del Mare Corso, vengono utilizzati, oltre agli attrezzi a strascico e circuizione, anche gli attrezzi della pesca artigianale.

Secondo i dati del Mipaaf e dell'IREPA, nel 2012 la produzione della pesca marina in Toscana era quantificabile in: 67 mila giorni di pesca, 8 mila tonnellate di cattura e quasi 41 milioni di euro di ricavi. L'incidenza della produzione toscana sul totale italiano raggiunge una quota pari a circa il 4.5% (Camera di Commercio Grosseto, 2015).

I sistemi di pesca impiegati sulla costa toscana sono principalmente: lo strascico, la circuizione, la piccola pesca e l'utilizzo di polivalenti passivi. Non ci si avvale di altri metodi adottati in altre zone del litorale italiano, come: il volante, la draga idraulica, il palangaro.

Nel 2012, la dotazione della flotta peschereccia toscana ammontava a 600 battelli con un equipaggio complessivo di 1,053 marittimi impiegati a bordo. La flotta toscana ha una capacità media superiore al livello italiano nei metodi della circuizione, in termini medi di stazza lorda (GT) dei battelli e equipaggio, e della piccola pesca, per valori medi di stazza lorda e potenza dei motori.

La flotta toscana è impegnata principalmente nella piccola pesca con il 75% dei battelli e il 55% dei marittimi sul totale; si tratta tuttavia imbarcazioni caratterizzate da piccola capacità in termini di stazza e potenza del motore. Nella pesca per strascico è impegnato solo il 20% della flotta, ma i battelli ad essa dedicati costituiscono il 61% del volume totale e il 47% della potenza del motore.

La pesca per strascico e mediante le reti a circuizione sono i metodi più produttivi: a essi erano riconducibili nel 2012 l'84% delle catture e il 68 dei ricavi. Il pescato di maggiore pregio è tuttavia quello risultante dai sistemi di piccola pesca e polivalenti passivi: al primo metodo infatti è riconducibile il 14% delle catture e il 27% del fatturato.

Dal confronto con i dati complessivi italiani, emerge una incidenza relativa sul totale simile della produzione ottenuta con i sistemi dello strascico, della piccola pesca e dei polivalenti passivi; mentre in Toscana è superiore, in termini relativi, la produzione risultante dalla circuizione che sostituisce altri metodi utilizzati nelle altre regioni costiere (draghe idrauliche, a volante, mediante palangari).

In termini di giorni di attività in mare, i sistemi principali sono la piccola pesca e la pesca a strascico. Il sistema più produttivo, sia dal punto di vista fisico sia dal punto di vista economico, è il sistema della circuizione. Anche dal confronto tra indicatori di produttività fisica ed economica emerge lo scarso valore, in termini economici, della produzione per circuizione: se tale metodo di pesca ha una produttività fisica (misurata dalle catture per battello) di oltre 10 volte superiore alla pesca a strascico, tuttavia la sua produttività economica (come espresso dal valore della produzione per battello) è maggiore solo di 2 volte e mezzo.

Nel 2012 la produzione della flotta peschereccia toscana era pari nel 2012 a 8 mila tonnellate che equivalgono in termini di valore a 40.8 milioni di euro. Le catture erano composte per l'80% da pesci, per il 12% da molluschi e per la quota rimanente da crostacei. I pesci costituivano il 60% del fatturato, mentre il 40% era riconducibile in parti uguali dalla vendita di molluschi e crostacei.

La produzione di pesce appartiene prevalentemente alla categoria del "pesce azzurro". Oltre i due terzi delle specie pescate sono costituite da: acciughe, sardine, naselli e cefali; tuttavia a queste quattro specie principali corrisponde poco più del 40% del fatturato prodotto. Un altro 25% dei ricavi proviene dalla vendita di: triglie (di fango e di scoglio), sogliole, pesce spada, raiformi, rane pescatrici e ricciole, pesci che in termini di quantità costituiscono solo il 10% della produzione di pesce.

6.7 PROBABILE EVOLUZIONE DELL'AMBIENTE IN CASO DI MANCATA ATTUAZIONE DEL PROGETTO

L'ambito territoriale interessato coincide esattamente con l'ambito in cui risulta attualmente inserito il Terminale e all'interno del quale si svolgono le sue principali funzioni. Il progetto in esame, difatti, comporta unicamente un incremento nella frequenza delle attività, già autorizzate presso il Terminale, relativamente al servizio di Small Scale.

Sulla base di quanto sopra, l'evoluzione dell'ambiente circostante in caso di mancata attuazione del progetto sarebbe comunque legata alle attività del Terminale già autorizzate.

Si evidenzia, a tal proposito, che il Terminale "FSRU Toscana" risulta presente in sito dal 2013 ed in esercizio dallo stesso anno.

Premesso quanto sopra, è comunque riportata nel seguito l'analisi qualitativa della probabile evoluzione dei fattori ambientali e degli agenti fisici in caso di mancata attuazione del progetto e nell'ipotesi che il Terminale continui ad esercire nella sua configurazione attualmente autorizzata:

- ✓ Biodiversità: l'evoluzione delle condizioni di biodiversità, in caso di mancata attuazione del progetto, rimarrebbero inalterate, con una minor frequenza di arrivi annui di navi metaniere di piccola taglia (e relativi

rimorchiatori) del servizio Small-Scale, il quale risulta ad ogni modo già autorizzato presso il Terminale. Il minor numero di navi/anno avrà ad ogni modo effetti minori sia da un punto di vista del potenziale disturbo sulla fauna marina dalle emissioni sonore (non in termini di intensità, ma della frequenza con cui tali emissioni vengono generate), sia in termini potenziali collisioni con la stessa (seppure la differenza sia minima);

- ✓ Acque e sedimenti: la mancata attuazione del progetto non comporterebbe alcuna variazione relativamente alle Acque e Sedimenti. Il progetto proposto non prevede alcuna modifica che possa portare ad un'evoluzione delle condizioni di tale fattore ambientale;
- ✓ Aria e clima: la mancata attuazione del progetto comporterebbe sì, un minor numero annuo di accosti relativi al servizio Small-Scale, con conseguenti minori emissioni in atmosfera da parte dei mezzi navali (metaniere e rimorchiatori), ma allo stesso tempo non consentirebbe l'implementazione di un servizio che rafforzerebbe l'impiego di GNL, con tutti i benefici che ne derivano, in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche su più ampia scala (incluse le emissioni di gas climalteranti), generate dall'utilizzo diffuso di GNL, sia nel settore dei trasporti (terrestri e marittimi) che per usi industriali e civili nelle aree non servite dalla rete di trasporto nazionale;
- ✓ Rumore subacqueo: in caso di mancata attuazione del progetto, l'introduzione di emissioni sonore in ambiente marino generate principalmente durante le fasi di accosto delle metaniere di piccola taglia (e rimorchiatori di supporto) del servizio Small-Scale, sarebbe limitato al numero attualmente autorizzato (ricompreso in No. 59 accosti totali al Terminale). Si evidenzia tuttavia che, da un punto di vista dell'intensità emissiva, non sono attese variazioni in quanto il servizio Small-Scale risulta già autorizzato presso il Terminale;
- ✓ Ecosistemi antropici: in caso di mancata attuazione del progetto, non si osserverebbe alcuna variazione relativa ai traffici marittimi, comunque elevati nell'area di interesse ed il cui contributo legato al progetto appare minimo. Inoltre, la mancata realizzazione del progetto significherebbe escludere la possibilità di fornire alla Sardegna un combustibile alternativo sostenibile, di incrementare le attività produttive e di conseguenza determinare un indotto occupazionale.

7 DESCRIZIONE E STIMA DEI PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI

7.1 METODOLOGIA APPLICATA

Nel presente capitolo sono indicati gli aspetti metodologici a cui si è fatto riferimento nel presente studio per la valutazione degli impatti dell'opera. In particolare, sono descritti:

- ✓ l'approccio metodologico seguito per l'identificazione degli impatti potenziali dell'opera, basato sulla costruzione della matrice causa-condizione-effetto (Paragrafo 7.1.1);
- ✓ i criteri adottati per la stima degli impatti (Paragrafo 7.1.2);
- ✓ i criteri adottati per il contenimento degli impatti (Paragrafo 7.1.3).

7.1.1 Matrice Causa-Condizione-Effetto

Lo studio di impatto ambientale in primo luogo si pone l'obiettivo di identificare i possibili impatti significativi sulle diverse componenti dell'ambiente, sulla base delle caratteristiche essenziali del progetto dell'opera e dell'ambiente, e quindi di stabilire gli argomenti di studio su cui avviare la successiva fase di analisi e previsione degli impatti.

Più esplicitamente, per il progetto in esame è stata seguita la metodologia che fa ricorso alle cosiddette "matrici coassiali del tipo **Causa-Condizione-Effetto**", per identificare, sulla base di considerazioni di causa-effetto e di semplici scenari evolutivi, gli impatti potenziali che la sua attuazione potrebbe causare.

La metodologia è basata sulla composizione di una griglia che evidenzia le interazioni tra opera ed ambiente e si presta particolarmente per la descrizione organica di sistemi complessi, quale quello qui in esame, in cui sono presenti numerose variabili. L'uscita sintetica sotto forma di griglia può inoltre semplificare il processo graduale di discussione, verifica e completamento.

A livello operativo si è proceduto alla costruzione di liste di controllo (checklist), sia del progetto che dei suoi prevedibili effetti ambientali nelle loro componenti essenziali, in modo da permettere una analisi sistematica delle relazioni causa-effetto sia dirette che indirette. L'utilità di questa rappresentazione sta nel fatto che vengono mantenute in evidenza tutte le relazioni intermedie, anche indirette, che concorrono a determinare l'effetto complessivo sull'ambiente.

In particolare, sono state individuate quattro checklist così definite:

- ✓ i **Fattori Ambientali/Agenti Fisici** influenzati, in cui è opportuno che il complesso sistema dell'ambiente venga disaggregato per evidenziare ed analizzare a che livello dello stesso agiscano i fattori causali in seguito definiti. I fattori ambientali e gli agenti fisici a cui si è fatto riferimento sono quelli definiti e descritti al precedente Capitolo 5 e di seguito elencati:
 - Fattori ambientali:
 - Biodiversità,
 - Acque e Sedimenti,
 - Atmosfera: Aria e Clima,
 - Ecosistemi Antropici;
 - Agenti Fisici:
 - Rumore subacqueo;
- ✓ le **Attività di Progetto**, cioè la descrizione delle caratteristiche del progetto in esame, riportata nel precedente Capitolo 5;
- ✓ i **Fattori Causali di Impatto**, cioè le azioni fisiche, chimico-fisiche o socio-economiche che possono essere originate da una o più delle attività in progetto e che sono individuabili come fattori in grado di causare oggettivi e specifici impatti. L'individuazione di tali azioni è riportata per ciascuna componente ambientale considerata nei Paragrafi da 7.2 a 7.7. In particolare, sulla base delle interazioni con l'ambiente analizzate nel Paragrafo 5.3, si è proceduto inizialmente alla valutazione della significatività dei fattori causali di impatto e all'esclusione di quelli la cui incidenza potenziale sulla componente, in riferimento alla specifica fase, è ritenuta, in sede di valutazione preliminare, trascurabile;
- ✓ gli **Impatti Potenziali**, cioè le possibili variazioni delle attuali condizioni ambientali che possono prodursi come conseguenza diretta delle attività proposte e dei relativi fattori causali, oppure come conseguenza del verificarsi di azioni combinate o di effetti sinergici. A partire dai fattori causali di impatto definiti come in precedenza

descritto si può procedere alla identificazione degli impatti potenziali con riferimento ai quali effettuare la stima dell'entità di tali impatti. Per l'opera in esame la definizione degli impatti potenziali è stata condotta con riferimento ai singoli fattori ambientali ed agli agenti fisici individuati ed è esplicitata, per ciascun fattore ambientale/agente fisico, nei Paragrafi da 7.2 a 7.7.

Sulla base di tali liste di controllo si è proceduto alla composizione della matrice Causa-Condizione-Effetto, presentata nella seguente Figura 7.1, nella quale sono individuati gli effetti ambientali potenziali.

ATTIVITÀ DI PROGETTO					
nuova configurazione di esercizio					
Servizio Small Scale					
FATTORI CAUSALI DI IMPATTO					
				▶▶	Emissioni di inquinanti gassosi
	▶▶	▶▶			Emissioni sonore in ambiente marino
	▶▶		▶▶		Prelievi e scarichi idrici
			▶▶		Spillamenti/spandimenti accidentali
	▶▶				Interazioni con habitat naturali e fauna
▶▶	▶▶	▶▶		▶▶	Traffico indotto
FATTORI AMBIENTALI / AGENTI FISICI					
IMPATTI POTENZIALI					
				▶	Variazione del clima
				▶	Variazione delle caratteristiche di qualità dell'aria
			▶▶		Consumo di risorse idriche
			▶▶		Alterazione qualitativa della risorsa idrica
			▶▶		Alterazione della qualità dei sedimenti
		▶▶			Variazione della rumorosità ambientale
	▶▶				Disturbi su Habitat
	▶▶				Disturbi alla fauna
▶▶					Disturbi alla navigazione
▶▶					Disturbi alla pesca

Figura 7.1: Matrice Causa-Condizione-Effetto

La matrice Causa-Condizione-Effetto è stata utilizzata quale strumento di verifica, dalla quale sono state progressivamente eliminate le relazioni non riscontrabili nella realtà o ritenute non significative ed invece evidenziate, nelle loro subarticolazioni, quelle principali.

Lo studio si è concretizzato, quindi, nella verifica dell'incidenza reale di questi impatti potenziali in presenza delle effettive condizioni localizzative e progettuali e sulla base delle risultanze delle indagini settoriali, inerenti i diversi parametri ambientali. Questa fase, definibile anche come fase descrittiva del sistema "impatto-ambiente", assume sin dall'inizio un significato centrale in quanto è dal suo risultato che deriva la costruzione dello scenario delle situazioni e correlazioni su cui è stata articolata l'analisi di impatto complessiva presentata ai capitoli successivi.

Il quadro che ne emerge, delineando i principali elementi di impatto potenziale, orienta infatti gli approfondimenti richiesti dalle fasi successive e consente di discriminare tra componenti ambientali con maggiori o minori probabilità di impatto. Da essa procede inoltre la descrizione più approfondita del progetto stesso e delle eventuali alternative tecnico-impiantistiche possibili, così come dello stato attuale dell'ambiente e delle sue tendenze naturali di sviluppo, che sono oggetto di studi successivi.

7.1.2 Criteri per la Stima degli Impatti

L'analisi e la stima degli impatti hanno lo scopo di fornire la valutazione degli impatti medesimi rispetto a criteri prefissati, eventualmente definiti per lo specifico caso. Tale fase rappresenta quindi la sintesi e l'obiettivo dello studio d'impatto.

Per la valutazione degli impatti è necessario definire criteri espliciti di interpretazione che consentano, ai diversi soggetti sociali ed individuali che partecipano al procedimento di VIA, di formulare i giudizi di valore. Nel presente Studio di Impatto Ambientale, al fine di assicurare l'adeguata obiettività nella fase di valutazione e per permettere di definire la **significatività** complessiva dei singoli impatti sono definite la **sensività della risorsa e/o dei ricettori** potenzialmente interferite e la **magnitudo dell'impatto**.

Nel dettaglio, la sensitività di risorsa/ricettori è trattata come una combinazione di:

- ✓ **importanza/valore della risorsa/ricettori**, valutata sulla base del loro valore ecologico ed economico. I ricettori antropici sono valutati sulla base di specifiche considerazioni in relazione al singolo impatto analizzato;
- ✓ **vulnerabilità della risorsa/ricettori**: si tratta della capacità della risorsa/ricettori di adattarsi ai cambiamenti causati dal progetto e/o di recuperare il proprio stato ante operam. Per quanto riguarda i ricettori ambientali, la vulnerabilità è identificata sulla base di:
 - un confronto con gli standard di qualità applicabili e le condizioni ante-operam definite dall'analisi dello stato dell'ambiente prima dell'inizio delle attività di progetto,
 - il ruolo giocato e i servizi forniti dal ricettore nell'ecosistema e nella comunità,
 - la sua disponibilità e/o la presenza di una risorsa/ricettore alternativo, comparabile in termini di qualità e/o servizi forniti,
 - la possibilità di adattarsi facilmente alla nuova condizione,
 - con riferimento ai ricettori antropici, la vulnerabilità può essere valutata sulla base di specifiche considerazioni in relazione al singolo impatto analizzato.

Ad entrambi i fattori sopra descritti può essere assegnata una delle seguenti 3 classi: bassa, media e alta. La sensitività complessiva è stata definita dalla combinazione dei fattori secondo lo schema riportato nella seguente tabella.

Tabella 7.1: Classificazione della Sensitività di una Risorsa/Ricettore

Sensitività di Risorse/Ricettori				
		Importanza/Valore		
		Bassa	Media	Alta
Vulnerabilità	Bassa	Bassa	Bassa	Media
	Media	Bassa	Media	Alta
	Alta	Media	Alta	Alta

Relativamente alla **magnitudo di un impatto** sono di seguito descritti i singoli criteri che conducono alla sua quantificazione:

- ✓ **entità (severità) dell'impatto:** ovvero la “grandezza” con la quale è possibile misurare il cambiamento di stato dalla condizione ante-operam (alterazione o impatto) nella componente/ricettore. In funzione della componente considerata (in special modo per le componenti abiotiche, come atmosfera, rumore, acqua, suoli/sedimenti) è possibile fare riferimento a grandezze standard definite dalla normativa vigente o da valori indicati in linee guida tecniche e scientifiche;
- ✓ **reversibilità dell'impatto:** in funzione del “comportamento” nel tempo del cambiamento di stato dalla condizione ante-operam. Definisce la capacità, o meno, della componente/ricettore di ritornare allo stato ante-operam;
- ✓ **durata del fattore perturbativo:** fornisce un'indicazione della **durata dell'azione di progetto** che induce il cambiamento (impatto/alterazione) sulla componente/ricettore;
- ✓ **scala spaziale dell'impatto:** fornisce un'indicazione dell'**estensione spaziale del cambiamento** (impatto/alterazione) sulla componente/ricettore;
- ✓ **frequenza del fattore perturbativo:** intesa come **periodicità con cui si verifica l'azione di progetto** che induce il cambiamento (impatto/alterazione) sulla componente/ricettore all'interno del periodo di durata di cui al punto precedente;
- ✓ **segno dell'impatto:** in termini di benefici o effetti negativi.

Per ciascun criterio sopra individuato è stata definita una descrizione di riferimento e, dove possibile, identificato un indicatore (tempo, distanza, livello standard, etc). Al fine di poter quantificare il valore della magnitudo dell'impatto è stato inoltre assegnato un punteggio numerico crescente (1 minimo - 4 massimo) di rilevanza dell'impatto in esame, come da tabella riportata nel seguito.

Tabella 7.2: Criteri di Valutazione della Magnitudo degli Impatti

Criterio	Classe	Valore	Descrizione / Indicatore
Entità	Lieve	1	Gli effetti generati dall'impatto inducono un cambiamento nella componente/ricettore non percepibile o difficilmente misurabile . Nel caso in cui siano disponibili limiti di emissione/standard di riferimento (es: limiti di emissione in aria/acqua/ rumore e standard di qualità ambientale “SQA” per aria, rumore, acque e sedimenti (ai sensi della normativa vigente o linee guida tecnico/scientifiche riconosciute) l'indicatore di riferimento è molto inferiore allo Standard
	Bassa	2	Gli effetti generati dall'impatto inducono un cambiamento nella componente/ricettore percepibile e misurabile . Nel caso in cui siano disponibili limiti di emissione/standard di riferimento (es: limiti di emissione in aria/acqua/ rumore e standard di qualità ambientale “SQA” per aria, rumore, acque e sedimenti ai sensi della normativa vigente o linee guida tecnico/scientifiche riconosciute) l'indicatore di riferimento è inferiore allo Standard
	Media	3	Gli effetti generati dall'impatto inducono un cambiamento nella componente/ricettore evidente .

Critero	Classe	Valore	Descrizione / Indicatore
			Nel caso in cui siano disponibili limiti di emissione/standard di riferimento (es: limiti di emissione in aria/acqua/ rumore e standard di qualità ambientale "SQA" per aria, rumore, acque e sedimenti ai sensi della normativa vigente o linee guida tecnico/scientifiche riconosciute) l'indicatore di riferimento è circa uguale ma inferiore agli Standard
	Alta	4	Gli effetti generati dall'impatto inducono un cambiamento nella componente/ricettore evidente ed importante . Nel caso in cui siano disponibili limiti di emissione/standard di riferimento (es: limiti di emissione in aria/acqua/ rumore e standard di qualità ambientale "SQA" per aria, rumore, acque e sedimenti ai sensi della normativa vigente o linee guida tecnico/scientifiche riconosciute) l'indicatore di riferimento è superiore agli Standard
Reversibilità dell'impatto	Immediatamente reversibile	1	Gli effetti generati dall'impatto sono tali da consentire un pressoché immediato (giorni) ripristino delle condizioni Ante Operam della componente/ricettore al cessare dell'azione di progetto che li ha indotti
	Reversibile nel breve termine	2	Gli effetti generati dall'impatto sono tali da consentire un ripristino nel breve termine (<1 anno) delle condizioni Ante Operam della componente/ricettore al cessare dell'azione di progetto che li ha indotti
	Reversibile nel medio termine	3	Gli effetti generati dall'impatto sono tali da consentire un ripristino nel lungo termine (tra 1 e 5 anni) delle condizioni Ante Operam della componente/ricettore al cessare dell'azione di progetto che li ha indotti
	Reversibile nel lungo termine	4	Gli effetti generati dall'impatto sono tali da non consentire un ripristino delle condizioni Ante Operam della componente/ricettore se non nell'arco di più decenni o tempi non prevedibili
Durata del fattore perturbativo	Temporaneo	1	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore dura alcuni giorni (<1 mese)
	Breve	2	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore dura alcuni mesi (<1 anno)
	Medio	3	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore dura alcuni anni (1-5 anni)
	Lungo	4	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore dura molti anni (>5 anni)
Scala spaziale dell'impatto	Localizzata	1	Gli effetti generati dall'impatto generano un cambiamento nella componente/ricettore misurabile solo presso il sito in cui viene generato l'impatto (area di cantiere, layout di impianto, tragitto del traffico indotto, servizi, ecc) o nelle immediate vicinanze (<1 km)
	Limitatamente estesa	2	Il cambiamento è misurabile in un intorno del sito in cui viene generato l'impatto dell' ordine di qualche km (1-5 km)
	Estesa	3	Il cambiamento è misurabile in un'area estesa lontano dal sito in cui viene generato l'impatto (5-10 km)
	Molto estesa	4	Il cambiamento è misurabile in un'area estesa molto lontano dal sito in cui viene generato l'impatto (>10 km)
Frequenza del fattore perturbativo	Molto bassa	1	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore avviene occasionalmente, con frequenza irregolare e molto bassa
	Bassa	2	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore avviene su base discontinua, regolarmente e con frequenza bassa
	Media	3	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore avviene su base discontinua, regolarmente e con frequenza media
	Alta	4	L'azione di progetto che induce il cambiamento nella componente/ricettore avviene su base continua o quasi continua
Segno dell'impatto	Positivo	+	L'impatto comporta benefici sulla componente ambientale
	Negativo	-	L'impatto ha effetti negativi sulla componente ambientale

La somma dei punteggi assegnati ai singoli criteri permette di ottenere il valore della magnitudo dell'impatto, a sua volta associata ad una classe che ne indica l'entità, come dettagliato nella seguente tabella.

Tabella 7.3: Classificazione della Magnitudo di un Impatto

Punteggio	Livello di Magnitudo
5 - 8	Trascurabile
9 - 12	Bassa
13 - 16	Media
17 - 20	Alta

Il giudizio di **significatività dell'impatto** è lo step finale della valutazione e consiste nella discussione della significatività dell'impatto valutata a partire dal risultato del processo di definizione della sensitività complessiva della risorsa/ricettore e della magnitudo dell'impatto. Nel dettaglio, la significatività è definita tramite la combinazione dei due fattori come mostrato nella seguente tabella.

Tabella 7.4: Valutazione della Significatività di un Impatto

Significatività di un Impatto				
		Sensitività di una Risorsa/Ricettore		
		Bassa	Media	Alta
Magnitudo	Trascurabile	Bassa	Bassa	Bassa
	Bassa	Bassa	Media	Alta
	Media	Media	Alta	Molto Alta
	Alta	Alta	Molto Alta	Molto Alta

Si evidenzia che:

- ✓ nel caso in cui una risorsa/ricettore sia risultata non influenzata o che l'effetto sia stato stimato come indistinguibile dalle naturali variazioni dello stato ante-operam, la trattazione dell'impatto non è stata riportata per esteso;
- ✓ la valutazione degli impatti sul clima è stata condotta con una metodologia semplificata, in quanto lo schema di valutazione sopra descritto non trova diretta applicazione per tale componente.

La valutazione si chiude ove opportuno con una discussione e identificazione di opportune misure di mitigazione e contenimento degli impatti (si veda il successivo paragrafo).

7.1.3 Criteri per il Contenimento degli Impatti

L'individuazione degli interventi di mitigazione e compensazione degli impatti rappresenta una fase essenziale in materia di VIA, in quanto consente di definire quelle azioni da intraprendere a livello di progetto per ridurre eventuali impatti negativi su singole variabili ambientali. È infatti possibile che la scelta effettuata nelle precedenti fasi di progettazione, pur costituendo la migliore alternativa in termini di effetti sull'ambiente, induca impatti significativamente negativi su singole variabili del sistema antropico-ambientale.

A livello generale possono essere previste le seguenti misure di mitigazione e di compensazione:

- ✓ evitare l'impatto completamente, non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- ✓ minimizzare l'impatto, limitando la magnitudo o l'intensità di un'attività;
- ✓ rettificare l'impatto, intervenendo sull'ambiente danneggiato con misure di riqualificazione e reintegrazione;

- ✓ ridurre o eliminare l'impatto tramite operazioni di salvaguardia e di manutenzione durante il periodo di realizzazione e di esercizio dell'intervento;
- ✓ compensare l'impatto, procurando o introducendo risorse sostitutive.

Le azioni mitigatrici devono tendere pertanto a ridurre tali impatti avversi, migliorando contestualmente l'impatto globale dell'intervento proposto. Per l'opera in esame l'identificazione delle misure di mitigazione e compensazione degli impatti è stata condotta con riferimento ai singoli fattori ambientali/agenti fisici e in funzione degli impatti stimati ed è esplicitata per ciascun fattore ambientale/agente fisico, ove applicabile, nei Paragrafi da 7.2 a 7.7.

7.2 BIODIVERSITÀ

7.2.1 Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale

Le interazioni tra il progetto e il fattore ambientale Biodiversità possono essere così riassunte:

- ✓ emissioni sonore in ambiente marino generate dall'FSRU, dalle metaniere e dai mezzi di supporto,
- ✓ prelievi e scarichi idrici;
- ✓ traffico marittimo.

Sulla base dei dati progettuali e delle interazioni con l'ambiente riportate al precedente Paragrafo 5.3, la valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

Tabella 7.5: Biodiversità, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Oggetto di Successiva Valutazione
Emissioni sonore		X
Prelievi e scarichi idrici	X	
Traffico marittimo		X

Si è ritenuto di escludere da ulteriori analisi le azioni di progetto per le quali la potenziale incidenza sulla componente è stata ritenuta, fin dalla fase di valutazione preliminare, non significativa.

In particolare, si è ritenuto di poter escludere eventuali disturbi legati ai prelievi ed agli scarichi idrici del Terminale in quanto il progetto proposto comporterà unicamente un incremento nella frequenza di attivazione dello scarico relativo all'impianto dell'acqua di cortina per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante le fasi di scarico del GNL. Si tratterà pertanto di acqua di mare prelevata e addizionata di Ipoclorito con funzione di anti-fouling. Come per gli altri scarichi clorati del Terminale tale scarico viene monitorato (con cadenza trimestrale dagli operatori del Terminale e con cadenza annuale da un laboratorio accreditato) al fine di garantire il rispetto dei limiti di normativa (0.2 mg/l per il Cloro attivo libero ai sensi del D.Lgs No. 152/06 e smi). Le attività in progetto inoltre non prevedono variazioni del delta termico allo scarico delle acque e non sono pertanto prevedibili impatti di alcun tipo sul fattore ambientale Biodiversità, legati ai prelievi ed agli scarichi idrici.

Nel successivo paragrafo sono descritti gli eventuali elementi di sensibilità e sono identificati i ricettori potenzialmente impattati dalle attività a progetto. La valutazione degli impatti ambientali e l'identificazione delle misure mitigative che si prevede di adottare è riportata al Paragrafo 7.2.3.

7.2.2 Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Nel presente paragrafo, sulla base di quanto riportato in precedenza, sono individuati i ricettori potenzialmente impattati delle attività in progetto.

Come evidenziato in precedenza, l'area oggetto di ricade all'interno del Santuario Pelagos e all'interno del proposto SIC IT5160021 "Tutela del *Tursiops truncatus*". L'area ad ogni modo risulta frequentata anche da altri cetacei e da tartarughe marine (principalmente *Caretta caretta*).

In linea generale, potenziali ricettori ed elementi di sensibilità sono i seguenti:

- ✓ aree naturali protette e zone tutelate a livello naturalistico;
- ✓ habitat di interesse naturalistico;

- ✓ presenza di specie di interesse conservazionistico (di interesse prioritario).

Nella seguente tabella è riportata la localizzazione dei potenziali ricettori rispetto all'area di progetto.

Tabella 7.6: Biodiversità, Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Descrizione	Distanza Minima
Santuario Pelagos	Interferenza diretta
pSIC IT5160021 "Tutela del <i>Tursiops truncatus</i> "	Interferenza diretta
Potenziale presenza di cetacei	--
Potenziale presenza di tartarughe marine	--

7.2.3 Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione

7.2.3.1 Effetti sulla Fauna Marina connessi alla Produzione di Emissioni Sonore Subacquee

Si rimanda al Paragrafo 7.6 dedicato alla componente Rumore Subacqueo ed in particolare ai Paragrafi 7.6.3.1 (per l'impatto sui cetacei) e 7.6.3.2 (per l'impatto sui rettili marini e le specie demersali e aleutiche).

7.2.3.2 Impatto sui Cetacei e Tartarughe Marine per Incremento del Traffico Marittimo

La nuova configurazione di esercizio proposta comporterà un potenziale incremento del traffico marittimo legato all'aumento di metaniere di piccola taglia (SSLNGC), per un massimo di No. 122 all'anno.

In particolare, dall'analisi del traffico navale riportata al precedente Paragrafo 6.6.1.2 è emerso che:

- ✓ il traffico navale da e per la FSRU Toscana transita attraverso il Corridoio 3 in uscita/entrata dal porto di Livorno e attraverso il Corridoio 1, in direzione Nord/Sud. Le interazioni del traffico relativo all'installazione offshore con gli altri corridoi di rotte commerciali sono trascurabili;
- ✓ il Corridoio 3 conta circa 3,500 passaggi/anno e meno del 5% di tali passaggi è rappresentato da traffico connesso alla FSRU Toscana; il contributo legato all'installazione offshore è quindi trascurabile. L'incremento del numero di navi per il servizio Small-Scale potrà comportare un aumento della suddetta percentuale poco superiore al 3%, ritenuto del tutto trascurabile e non incidente sul traffico esistente;
- ✓ il Corridoio 1 è caratterizzato da un numero totale di 1,387 passaggi (circa 4 al giorno); l'incidenza percentuale del traffico legato alla FSRU si attesta a circa il 10%. Considerando l'aumento del traffico dovuto al servizio Small-Scale, tale percentuale potrà subire un aumento fino ad un ulteriore 9% rispetto agli attuali passaggi, con un contributo giornaliero che può essere valutato, ad ogni modo, del tutto trascurabile (fino a 0.3 passaggi addizionali al giorno). Peraltro, tale corridoio non coinvolge la navigazione in spazi ristretti.

In termini generali si evidenzia che l'area antistante il porto di Livorno risulta caratterizzata da un traffico annuale che ammonta a quasi 22,000 transiti. Il contributo del servizio Small-Scale potrà pertanto comportare un incremento dell'ordine dello 0.55% rispetto a tali volumi di traffico, o, se confrontato con i soli Corridoi 1 e 3, pari a circa il 2.5%.

7.2.3.2.1 Stima dell'Impatto Potenziale

Sulla base di quanto sopra riportato, di seguito si riporta la stima del potenziale impatto sulla fauna marina (cetacei e tartarughe marine) legato all'incremento del traffico marittimo indotto dall'esercizio del Terminale nella configurazione di progetto.

Nel seguito sono identificati i ranking della sensitività di risorsa e ricettori e della magnitudo dell'impatto.

- ✓ il parametro relativo al valore/importanza è valutato come alto, in considerazione della localizzazione del Terminale, inserito all'interno del Santuario Pelagos e del proposto SIC IT5160021 "Tutela del *Tursiops truncatus*", un'area caratterizzata da elevate probabilità di incontro con diverse specie di cetacei. L'area risulta inoltre potenzialmente frequentata da tartarughe marine (prevalentemente della specie *Caretta caretta*);
- ✓ il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come alto, in quanto, nonostante la capacità di cetacei e tartarughe marine ad evitare pericoli, allontanandosi più o meno rapidamente dagli stessi, risultano significativi i dati relativi alle collisioni con imbarcazioni di varia natura (studi effettuati nel Santuario Pelagos indicano come più del 6% degli esemplari di cetacei fotoidentificati in mare e circa il 20% degli esemplari spiaggiati presentavano tracce di collisione⁴). Da considerare inoltre lo status di conservazione complessivo di queste

⁴ <https://www.sanctuaire-pelagos.org/it/minacce-it/collisioni>

specie (prevalentemente tra Vulnerabile e In Pericolo per le principali specie di cetacei attese nell'area di progetto e di Minor Preoccupazione per la *Caretta caretta*).

Il ranking relativo alla sensibilità di risorsa e ricettori risulta pertanto Alto.

Con riferimento alla magnitudo:

- ✓ l'entità dell'impatto è valutata come bassa, in quanto l'incremento della frequenza di arrivi di SSLNGC rappresenta una percentuale di incremento contenuta (circa il 2.5% rispetto ai transiti dei Corridoi 1 e 3 e circa lo 0.55% dell'intero traffico marittimo antistante il Porto di Livorno) rispetto ai livelli attualmente autorizzati, ma pur sempre misurabili (valore 2);
- ✓ l'impatto sarà immediatamente reversibile (valore 1) in quanto si assume che al termine della vita utile del Terminale, il traffico marittimo indotto cesserà del tutto;
- ✓ la durata del fattore perturbativo sarà lunga, in quanto legata alla vita utile del Terminale (> di 5 anni) (valore 4);
- ✓ la scala spaziale dell'impatto è limitatamente estesa (1-5 km), in quanto una volta uscita dalla zona di interdizione totale prevista intorno al Terminale (2 miglia nautiche pari a circa 3.7 km), di cui all'Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno, le metaniere provenienti dal Terminale si inseriscono nei principali corridoi di navigazione, già caratterizzati da importanti traffici e all'interno dei quali il contributo legato al progetto in esame risulta di lieve entità (circa il 2.5% rispetto al traffico presente nei Corridoi 1 e 3 e circa lo 0.55% rispetto al traffico totale antistante il Porto di Livorno) (valore 2);
- ✓ la frequenza del fattore perturbativo sarà su base discontinua, regolare e di media entità (valore 3);
- ✓ il segno dell'impatto sarà negativo.

Il ranking relativo alla magnitudo dell'impatto risulta pertanto basso (valore complessivo pari a 12).

Pertanto, la significatività complessiva dell'impatto è valutata come **Alta**.

7.2.3.2.2 Misure di Mitigazione

Si evidenzia che, in linea con quanto previsto dall'Ordinanza della Capitaneria di Porto di Livorno No. 137/2013, all'interno delle 4 miglia dal Terminale, la velocità di transito di qualsiasi imbarcazione non potrà essere superiore ai 10 nodi. Inoltre, tutte le operazioni di accosto dovranno essere condotte in condizioni di massima sicurezza e pertanto a velocità estremamente limitate.

L'Ordinanza No. 6/2014 sulla Sicurezza alla navigazione, impone per le navi in allibio una velocità massima di 6 nodi entro le 2 miglia nautiche dal Terminale.

Considerate le velocità ridotte, si ritiene che per specie quali il tursiopo o eventuali altri cetacei di piccole e medie dimensioni, caratterizzate da elevata agilità in ambiente marino, il rischio di collisione legato all'incremento del traffico possa considerarsi minimo.

L'area in cui si inserisce il Terminale inoltre, risulta scarsamente frequentata da cetacei di grandi dimensioni, i quali tuttavia, rappresentano la categoria principale delle specie oggetto di collisione accidentale da parte delle imbarcazioni. A tal proposito si ricorda che nell'intorno del Terminale è prevista la presenza fissa di una nave di sorveglianza (LNG Guardian), attraverso la quale potrà essere implementato un monitoraggio visivo nelle ore diurne, da parte dell'equipaggio presente. La LNG Guardian è un mezzo a supporto del Terminale dedicato proprio alla sorveglianza e al monitoraggio dell'area di interdizione alla navigazione e alle aree limitrofe. La stessa, in caso di avvistamenti dei cetacei, effettuerà la compilazione della scheda cetacei dell'Istituto idrografico della Marina⁵ comunicando allo stesso Istituto l'eventuale avvistamento e allertando, tramite il Terminale, le navi in arrivo e partenza dal Terminale, al fine di ridurre il rischio di eventuali collisioni.

7.3 ACQUE E SEDIMENTI

7.3.1 Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale

Le interazioni tra il progetto e il fattore ambientale Acque e Sedimenti possono essere così riassunte:

⁵ https://www.marina.difesa.it/noi-siamo-la-marina/pilastro-logistico/scientifici/idrografico/Documents/Cetacei_posidonia/Scheda_Cetacei.pdf

- ✓ prelievi idrici per le necessità operative;
- ✓ scarichi idrici;
- ✓ potenziale contaminazione delle acque e dei sedimenti per effetto di spillamenti/spandimenti accidentali.

Sulla base dei dati progettuali la valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sulla componente in esame è riassunta nella seguente tabella.

Tabella 7.7: Acque e Sedimenti, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Oggetto di Successiva Valutazione
Prelievi idrici	X	
Scarichi idrici	X	
Eventi Accidentali (Spillamenti e Spandimenti)	X	

In particolare, per il fattore ambientale Acque e Sedimenti si è ritenuto di escludere da ulteriori valutazioni le azioni di progetto sopra individuate in quanto la potenziale incidenza sulla componente è stata ritenuta, fin dalla fase di valutazione preliminare, non significativa. In particolare, si evidenzia che:

- ✓ il progetto in esame comporterà un incremento nei prelievi e negli scarichi idrici legati all'impianto dell'acqua di cortina sul fianco sinistro (port side) del Terminale per la protezione dello scafo in caso di rilascio di gas durante la fase di scarico di GNL. Le acque di cortina confluiranno in mare tramite uno scarico discontinuo per una portata massima pari a circa 54 m³/h e considerando circa 15 h per allibo, nel caso massimo di 122 accosti in un anno, si avrà un prelievo ed uno scarico di circa 98,820 m³/anno. Si tratterà tuttavia di acqua di mare prelevata e addizionata di Ipoclorito con funzione di anti-fouling. Come per gli altri scarichi clorati del Terminale, tale scarico viene monitorato (con cadenza trimestrale dagli operatori del Terminale e con cadenza annuale da un laboratorio accreditato) al fine di garantire il rispetto dei limiti di normativa (0.2 mg/l per il Cloro attivo libero ai sensi del D.Lgs No. 152/06 e smi);
- ✓ il potenziale impatto connesso a spillamenti e spandimenti è legato ad eventi di natura incidentale e pertanto con frequenza di accadimento raro. Sono difatti presenti sul Terminale idonei sistemi di prevenzione e di pronto intervento nel caso di eventuali sversamenti di sostanze potenzialmente inquinanti.

7.3.2 Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Nel presente paragrafo, sulla base di quanto riportato in precedenza, sono individuati gli elementi sensibili ed i ricettori potenzialmente impattati dalle attività a progetto.

L'area interessata dal Terminale FSRU Toscana è ubicata a circa 12 miglia nautiche dalla costa Toscana (Livorno), in una zona caratterizzata da una profondità di circa 120 metri.

L'unico corpo idrico recettore risulta costituito dal Mare Tirreno settentrionale. In particolare, i monitoraggi regolarmente svolti in corrispondenza del Terminale, secondo quanto previsto dal Piano di Monitoraggio, non hanno rilevato, negli anni, criticità legate alla presenza ed all'esercizio del Terminale.

Anche con riferimento alla qualità dei sedimenti dell'area di interesse, non risultano situazioni di criticità legate alla presenza ed all'esercizio del Terminale. Si evidenzia tuttavia che l'area è stata in passato sede di sversamenti dei fanghi di dragaggio portuale; pertanto, la tessitura dei sedimenti e le concentrazioni dei contaminanti hanno mostrato un'elevata variabilità spaziale e hanno esibito tenori talvolta maggiori del livello chimico di base indicato nel Manuale per la Movimentazione dei Sedimenti marini (ICRAM, APAT, MATTM) o del Livello Chimico di Riferimento Nazionale riportato nel D.M. 173/2016.

7.4 CLIMA

7.4.1 Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale

Le interazioni tra il progetto e la climatologia saranno connesse alle emissioni in atmosfera di gas climalteranti durante l'esercizio del Terminale per incremento di traffico indotto legato all'aumento di unità SSLNGC.

In considerazione della specificità dell'impatto potenziale e del fatto che i relativi effetti sono da misurarsi a scala globale, non sono stati identificati ricettori puntuali nell'ambito dell'area vasta di progetto. Nel successivo paragrafo

sono comunque stimate le emissioni di gas climalteranti connesse al traffico indotto e, ai fini della valutazione dell'impatto potenziale, ne è riportato il confronto con le emissioni complessive del Terminale e, considerando una scala più vasta, con il Comune di Livorno e con la Regione Toscana.

7.4.2 Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione

Come sopra anticipato, l'unico potenziale impatto ambientale sulla componente sarà connesso alle emissioni di gas climalteranti in fase di esercizio del Terminale. In particolare, sono attese emissioni dal traffico marittimo indotto, che comporteranno un incremento massimo annuale di No. 122 bettoline e altrettanti rimorchiatori.

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di CO₂ prodotte dal traffico marittimo indotto, per quanto concerne le SSLNGC è stato utilizzato un fattore emissivo pari a 2.75 gCO₂/g di combustibile consumato, che indica la quantità di CO₂ emessa in funzione dei consumi delle stesse (Lindstad et al., 2020).

Nello specifico la stima delle emissioni per le SSLNGC è stata condotta moltiplicando il fattore emissivo per i consumi previsti nelle diverse fasi (navigazione/manovra e carico/scarico), la durata della fase (manovra ed esercizio) ed il traffico annuale. In particolare, si è fatto riferimento ai dati di consumo di una nave tipo di ultima generazione, di capacità pari a 7,500 m³ (Coral Methane, Figura 5.2).

Per quanto riguarda i rimorchiatori, è stato utilizzato un valore emissivo medio stimato sulla base delle effettive emissioni calcolate per i rimorchiatori utilizzati per le operazioni di accosto delle metaniere al Terminale tra il 2018 ed il 2020. Si evidenzia che tale valore può essere considerato fortemente cautelativo in quanto stimato a partire dall'esercizio di No. 3 rimorchiatori in fase di ormeggio delle metaniere e No. 2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi, mentre durante il servizio Small-Scale un unico rimorchiatore sarà presente per intervenire in caso di necessità, ma normalmente non operativo.

Nella seguente Tabella sono riportate le emissioni totali di CO₂ prodotte dagli ulteriori mezzi navali previsti dal progetto.

Tabella 7.8: Stima delle Emissioni di CO₂ Prodotte dagli ulteriori Mezzi Navali

Tipologia Mezzo	Capacità [m ³]	Emissioni CO ₂ annuali [t CO ₂ /anno]
SSLNG Carrier	7,500	2,160
Rimorchiatori	-	2,611
TOTALE		4,771

Con riferimento alla stima delle emissioni generate dall'esercizio del Terminale, in termini di quantità di CO₂ equivalente immessa nell'ambiente, si evidenzia che, considerando tutte le possibili condizioni operative del Terminale, tra il 2018 e il 2020 è stato rilevato un incremento da 62,162 t (2018), a 73,312 t (2020), direttamente correlabile con l'aumento dell'elettricità prodotta e richiesta, in conseguenza del costante aumento dell'operatività del Terminale, che nel 2019 è risultato a regime (con un indice specifico di 0.02 tCO₂/1,000 Sm³).

Oltre al Terminale, emissioni di CO₂ in merito alla configurazione attuale di esercizio sono relative a:

- ✓ navi di appoggio: tra il 2018 e il 2020 sono stati calcolati valori di emissione annua di CO₂ legati alla presenza delle navi appoggio comprese tra le 5,314 t e le 7,320 t;
- ✓ metaniere da 155,000 m³: considerando cautelativamente un fattore emissivo pari a 660 gCO₂/kWh (Lloyds Register Engineering Services, 1995), che indica la quantità di CO₂ emessa in funzione della potenza richiesta per le varie fasi accosto come descritte nella precedente Tabella 3.4, ed il numero massimo di navi ricevute in questi anni (No. 40 nel 2019), si stima complessivamente un contributo emissivo pari a circa 15,288 t/anno.

Il progetto proposto comporterà pertanto un lieve incremento (4,771 t di CO₂) rispetto alle emissioni potenziali stimate in questi ultimi anni di esercizio (considerando i valori più alti calcolati tra il 2018 ed il 2020) del Terminale, delle navi appoggio e delle metaniere ad esso associate (per un totale stimato di 95,920 t).

Considerando oltretutto il limitato contributo che sarà apportato al traffico dell'intera area, nell'ordine dello 0.55% circa (si veda il precedente Paragrafo 7.2.3.2), allo stesso modo il contributo emissivo di CO₂ rispetto alle altre navi in transito può essere considerato come del tutto trascurabile. Va inoltre sottolineato che il progetto favorirà l'impiego di GNL nei trasporti con conseguente beneficio in termini di emissioni risparmiate di CO₂.

Al fine di fornire un termine con cui confrontare i valori stimati di cui sopra, si riporta una stima delle emissioni di CO₂ prodotte dai soli generatori termici nel Comune di Livorno, in base alla situazione degli impianti termici del Comune al 16 Dicembre 2019⁶. Queste, seppur calcolate secondo un approccio cautelativo, risultano pari a oltre 500,000 t.

A livello regionale, l'aggiornamento all'anno 2010 dell'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in Aria Ambiente predisposto dalla Regione Toscana⁷ indicava un'emissione annua di oltre 35 milioni di tonnellate di CO₂ equivalente.

Sulla base di quanto sopra, il contributo annuo delle emissioni di climalteranti connesse al traffico indotto legato al servizio di Small Scale appare lieve rispetto al contributo relativo all'esercizio del Terminale e dei mezzi navali a suo servizio (circa il 5%) e del tutto trascurabile rispetto al contributo emissivo del Comune di Livorno (circa 1%) o di quello della Regione Toscana (circa 0.01%), tale da non comportare alcun impatto sulla componente.

7.5 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

7.5.1 Interazioni tra il Progetto e il Fattore Ambientale

Le interazioni tra il progetto proposto e lo stato di qualità dell'aria sono connesse alle emissioni di inquinanti dovuto all'aumento del numero di unità navali SSLNGC e relativi rimorchiatori di supporto.

Sulla base dei dati progettuali e delle interazioni con l'ambiente descritti al precedente Paragrafo 5.3.1, la valutazione delle potenziali incidenze dei fattori causali di impatto sul fattore ambientale in esame è riassunta nella seguente Tabella.

Tabella 7.9: Stato della Qualità dell'Aria, Potenziale Incidenza dei Fattori Causali di Impatto

Fattore Causale di Impatto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Oggetto di Successiva Valutazione
Emissioni di inquinanti da mezzi navali (SSLNGC e rimorchiatori)		X

Nel successivo Paragrafo 7.5.2 sono descritti gli eventuali elementi di sensibilità e sono identificati i recettori potenzialmente impattati dal progetto. La valutazione degli impatti ambientali è riportata al Paragrafo 7.5.3.

7.5.2 Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Nel presente Paragrafo sono riassunti gli elementi di interesse per il fattore ambientale in esame e sono individuati i recettori potenzialmente impattati dal progetto.

In linea generale, i potenziali recettori ed elementi di sensibilità sono costituiti da:

- ✓ ricettori antropici, quali aree urbane continue e discontinue, e nuclei abitativi;
- ✓ ricettori naturali: Aree Naturali Protette, Aree Natura 2000, IBA e Zone Umide di Importanza Internazionale (RAMSAR).

Il Terminale FSRU Toscana è localizzato offshore, a circa 22 km dalla costa compresa tra Viareggio e Livorno. La caratterizzazione del fattore ambientale "Atmosfera" ha rivelato una qualità dell'aria in tale tratto di costa in generale buona, dal momento che presso le centraline di monitoraggio prese a riferimento (ubiccate presso i principali centri urbani presenti, in particolare Viareggio, Pisa e Livorno) per i parametri rilevati (NO_x, PM₁₀ e PM_{2.5}) nell'ultimo quinquennio è sempre stato riscontrato il rispetto dei limiti di legge (si veda il precedente Paragrafo 6.4.3.2).

I potenziali ricettori antropici e naturali individuati nell'area vasta sono riportati nella seguente Tabella.

⁶ https://sirt.regione.toscana.it/documenti/Report_Stima_CO2.pdf

⁷ <https://www.regione.toscana.it/documents/10180/15069884/Rapporto+aggiornamento+anno+2010.pdf/b23751c8-e1d6-43b6-887d-bf646b101f24>

Tabella 7.10: Potenziali Recettori Antropici e Naturali nell'Area Vasta

Potenziale Recettore	Distanza Minima da Terminale/Mezzi Navali
Aree urbane continue e discontinue e nuclei abitativi presenti nel tratto di costa tra Viareggio e Livorno	Circa 22 km
Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano (Isola Gorgona)	Circa 17.5 km
Aree naturali protette/Siti Natura 2000/IBA presenti lungo la costa tra Viareggio e Livorno	Circa 23 km

7.5.3 Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione

Nel presente Paragrafo si riporta la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria dovuto al funzionamento del Terminale FSRU Toscana ed al traffico dei mezzi navali al suo servizio tramite confronto dei valori di ricaduta degli inquinanti (in particolare NOx) nello stato autorizzato e nello stato futuro di progetto, stimati tramite modellizzazione con idoneo software di calcolo.

Nel presente paragrafo sono pertanto descritti:

- ✓ il sistema modellistico impiegato (Par. 7.5.3.1),
- ✓ il dominio di calcolo (Par. 7.5.3.2);
- ✓ i dati meteorologici utilizzati per l'implementazione del modello (Par. 7.5.3.3);
- ✓ l'identificazione del quadro emissivo autorizzato (attuale) e in progetto (futuro) (Par. 7.5.3.4)
- ✓ gli scenari emissivi simulati (Par. 7.5.3.5);
- ✓ i riferimenti normativi (Par. 7.5.3.6);
- ✓ i risultati ottenuti in termini di stima delle ricadute di inquinanti (Par. 7.5.3.7);
- ✓ le conclusioni (Par. 7.5.3.8);
- ✓ la stima complessiva dell'impatto (Par. 0).

7.5.3.1 Software Modellistico Utilizzato

Le simulazioni della dispersione e della ricaduta degli inquinanti associati alle emissioni in atmosfera del Terminale "FSRU Toscana" e dei mezzi navali sono state condotte tramite il sistema modellistico eulero-lagrangiano CALPUFF, sviluppato dalla Sigma Research Corporation per il California Air Resource Board (CARB) e inserito nell'elenco dei modelli di dispersione raccomandati dall'US-EPA.

Il sistema modellistico è composto da:

- ✓ un modello meteorologico per orografia complessa (CALMET), che può essere utilizzato per la simulazione delle condizioni atmosferiche su scale che vanno dall'ambito locale (qualche km) alla mesoscala (centinaia di km);
- ✓ il modello CALPUFF, che utilizza il metodo dei puff gaussiani per la simulazione della dispersione degli inquinanti atmosferici, in condizioni meteorologiche non stazionarie e non omogenee;
- ✓ un post processore (CALPOST), che elabora gli output del modello e consente di ottenere le concentrazioni medie ai ricettori su diversi intervalli temporali, selezionabili dall'utente.

7.5.3.2 Domini di Calcolo

Per le simulazioni in oggetto sono stati considerati:

- ✓ un dominio del modello meteorologico CALMET di estensione pari a 50 x 50 km e celle 1x1 km;
- ✓ un dominio di simulazione per il modello di dispersione degli inquinanti CALPUFF, di estensioni pari a 50 x 50 km coincidente con il dominio CALMET, avente una definizione di maglia pari a 250 m.

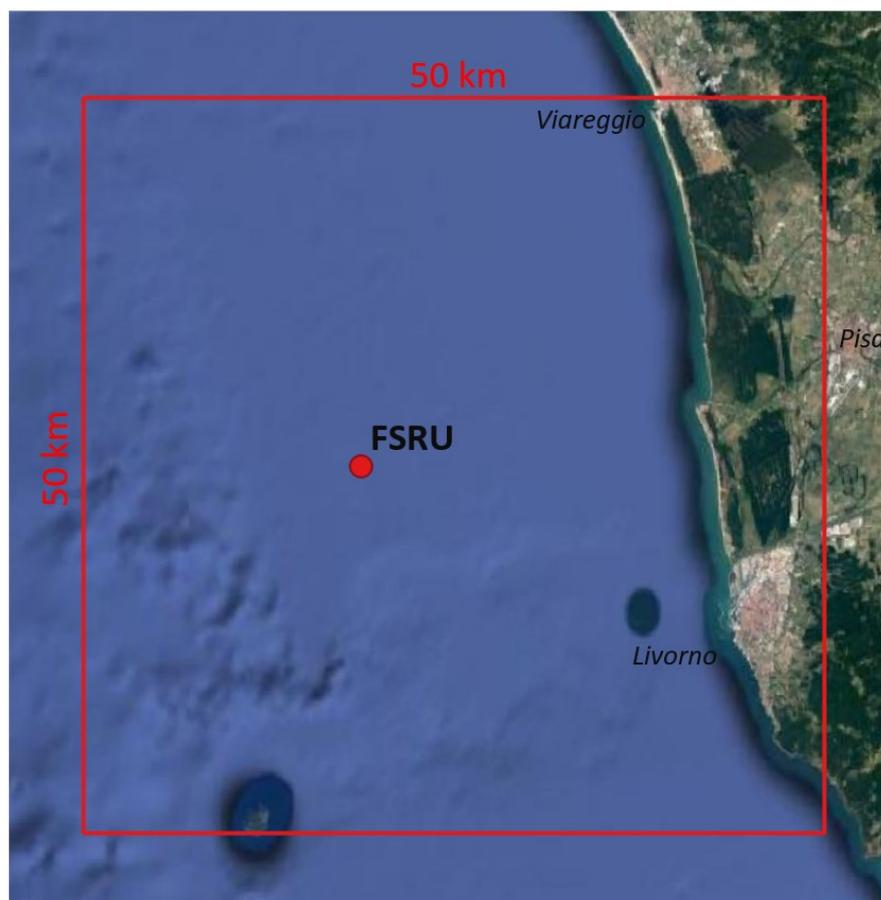


Figura 7.2: Dominio di Calcolo per CALMET e CALPUFF

Il dominio di calcolo considerato nelle simulazioni è decentrato rispetto al Terminale e spostato maggiormente verso la costa al fine di poter comprendere un più ampio tratto costiero per poter valutare i contributi delle ricadute sulla stessa.

7.5.3.3 Dati Meteorologici

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni provengono dal modello WRF (*Weather Research and Forecasting*), sistema numerico di mesoscala di nuova generazione, concepito per la ricerca scientifica in campo atmosferico e per produrre previsioni meteorologiche.

Il modello rappresenta l'evoluzione del sistema MM5. Lo sviluppo del modello WRF è dovuto alla collaborazione di varie entità scientifiche internazionali, tra cui: *National Center for Atmospheric Research (NCAR)*, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, la *Air Force Weather Agency (AFWA)*, *Naval Research Laboratory*, *Oklahoma University*, e *Federal Aviation Administration (FAA)*.

Tale modello fornisce sia dati orari in superficie sia i dati in quota richiesti da CALMET. Per le simulazioni in esame sono stati impiegati i dati dell'anno 2020.

Nella seguente tabella è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze annuali dei venti considerando 12 settori di provenienza e 7 classi di velocità (sono considerate calme i venti di intensità minore di 0.5 m/s). I dati sono estratti dal modello meteorologico WRF in prossimità del Terminale "FSRU Toscana", a 10 m dal suolo.

Tabella 7.11: Direzione e Velocità del Vento (Anno 2020)

Settore	Direzione	Classe di Vento (m/s)							Totale (%)
		0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-10	>10	
1	345-15	0.137	0.478	0.421	0.717	0.421	1.480	0.364	4.02
2	15-45	0.114	0.433	0.660	0.421	0.376	0.512	0.216	2.73
3	45-75	0.159	0.558	0.763	1.013	0.820	2.277	1.366	6.96
4	75-105	0.159	0.603	1.218	2.482	3.268	13.526	3.108	24.36
5	105-135	0.205	0.808	1.241	1.947	1.457	2.232	0.000	7.89
6	135-165	0.307	0.660	0.945	0.899	0.751	1.685	0.296	5.54
7	165-195	0.239	0.717	0.945	0.991	0.672	1.492	0.717	5.77
8	195-225	0.285	0.991	1.594	1.366	1.275	1.685	0.250	7.45
9	225-255	0.205	1.013	1.617	1.605	1.389	3.495	1.651	10.97
10	255-285	0.262	0.934	1.446	1.332	1.059	2.573	1.104	8.71
11	285-315	0.102	0.706	1.093	1.423	1.355	3.495	0.342	8.52
12	315-345	0.148	0.615	0.638	0.911	1.378	2.186	0.512	6.39
Sub-Totale (%)		2.32	8.52	12.58	15.11	14.22	36.63	9.93	99.31
								Calme (<0.5 m/s)	0.68

I dati estratti dal modello e sopra riportati mostrano che:

- ✓ il settore maggiormente rappresentativo è il settore 4 (venti provenienti da Est) con circa il 24% degli eventi;
- ✓ i venti più ricorrenti sono quelli compresi tra 5 e 10 m/s che rappresentano circa il 36% delle osservazioni;
- ✓ le calme (velocità inferiori a 0.5 m/s) rappresentano circa lo 0.7 % degli eventi.

Nella seguente figura è rappresentata la rosa dei venti ottenuta con i dati riportati nella precedente tabella.

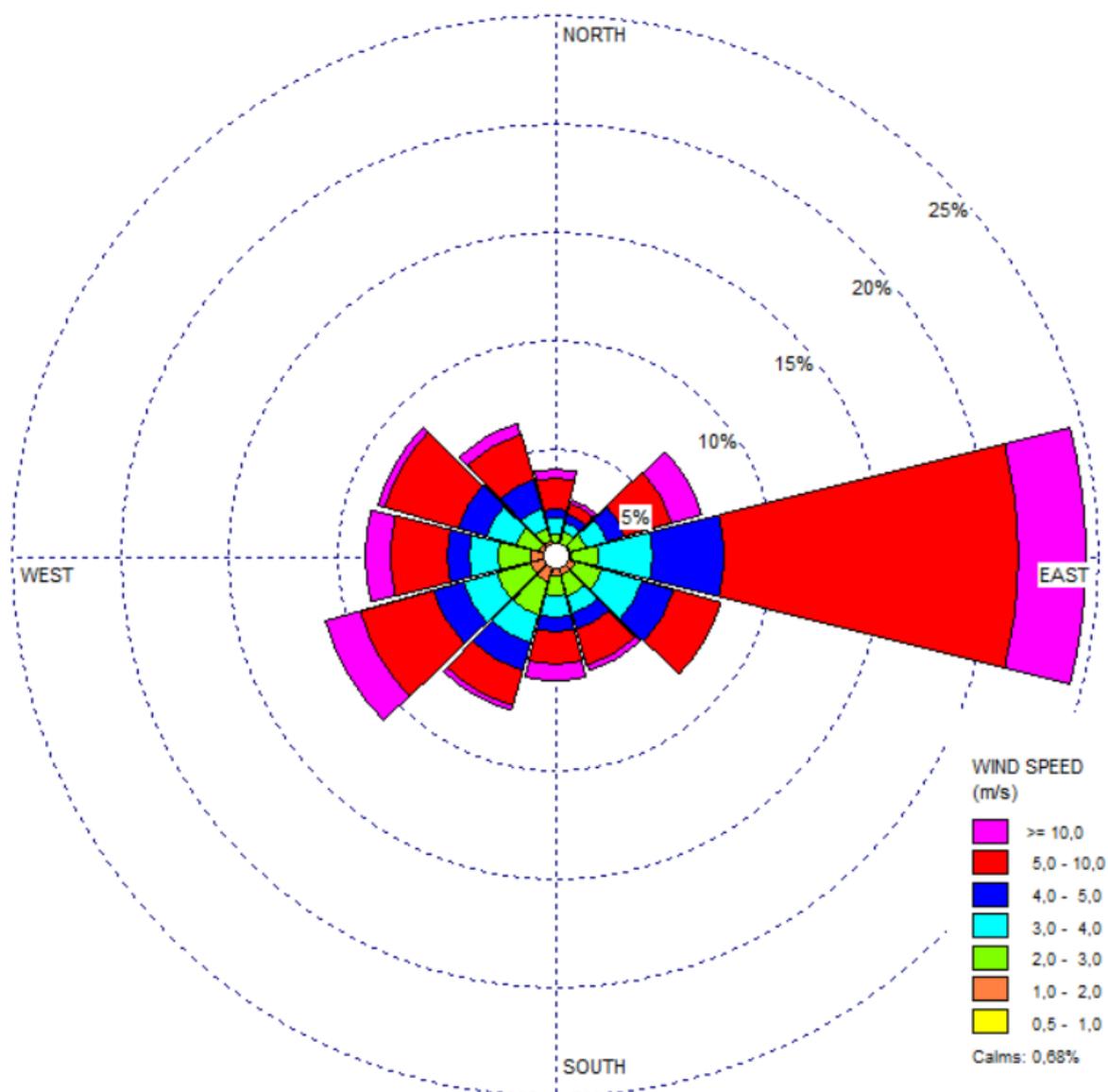


Figura 7.3: Rosa dei Venti da Modello WRF (Anno 2020)

7.5.3.4 Identificazione del Quadro Emissivo

7.5.3.4.1 Configurazione Autorizzata (Attuale)

Terminale FSRU Toscana

Il sistema emissivo del Terminale è costituito da due linee di scarico fumi separate, una per ogni caldaia, convergenti in un unico camino dotato di un setto centrale.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche tecniche ed emissive del camino del Terminale.

Tabella 7.12: Caratteristiche Tecniche ed Emissive del Terminale

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza	m	50
Diametro	m	1.6
Sezione (singola)	m ²	1.0
Temperatura Fumi	°K	476
Flusso NO _x	g/s	1.75 ⁽¹⁾

Note:

(1) Flusso calcolato considerando una concentrazione di 100 mg/Nm³ (si veda Tabella 3.2)

Navi metaniere, SSLNGC e rimorchiatori

Per quanto riguarda le navi metaniere per l'approvvigionamento di GNL, il Terminale è attualmente autorizzato al ricevimento di unità con capacità compresa tra 65,000 m³ e 155,000 m³ per un massimo di 59 accosti annui e unità con capacità da circa 180,000 m³ ("New Panamax"), associate ad un massimo di No. 48 accosti annui, come stabilito dalla prescrizione A2 del Decreto DVA-2015-0000398/2015.

Il Terminale, in aggiunta alle attività di rigassificazione, è autorizzato al servizio SSLNG per la distribuzione del GNL via mare tramite navi metaniere di piccola taglia (Small Scale LNG Carriers). In particolare, come stabilito dal Decreto MATTM No. 29 del 27 Luglio 2020, il Terminale è autorizzato a ricevere un numero di SSLNGC ricompreso all'interno del numero autorizzato di 59 accosti di navi metaniere fino a 155,000 m³.

Come evidenziato nel Paragrafo 3.5.1, ai fini delle simulazioni di dispersione degli inquinanti in atmosfera, cautelativamente è stato considerato per lo stato autorizzato **uno scenario conservativo e non reale caratterizzato da:**

- ✓ navi metaniere di dimensioni maggiori: "New Panamax" da circa 180,000 m³;
- ✓ numero massimo di accosti autorizzati: No. 59 ;
- ✓ emissione massima da navi metaniere pari a 3.7 t/anno.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche tecniche ed emissive delle navi metaniere "New Panamax".

Tabella 7.13: Caratteristiche Tecniche ed Emissive delle Navi Metaniere "New Panamax"

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	50
Diametro Camino	m	1.2
Sezione Camino	m ²	1.13
Temperatura Fumi	°K	476

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto.

Tabella 7.14: Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto delle Navi Metaniere "New Panamax"

Caratteristica	Unità di Misura	Avvicinamento	Attracco	Attracco senza scarico	Scarico	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	0.25	0.75	9	12	1
Flusso NO _x	g/s	1.47	0.41	0.41	0.85	1.83

A supporto delle operazioni di manovra delle metaniere è stato considerato l'impiego di rimorchiatori (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No.2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi), le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7.15: Caratteristiche Tecniche ed Emissive dei Rimorchiatori per Metaniere “New Panamax”

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m ²	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto.

Tabella 7.16: Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto dei Rimorchiatori per Metaniere

Caratteristica	Unità di Misura	Avvicinamento	Attracco + Disormeggio e Allontanamento	Scarico
Durata	h	0.25	1.75	21
Flusso NO _x	g/s	3.9	2.1	0.2

Nave di sorveglianza

Il controllo dell'area di interdizione alla navigazione stabilita intorno al Terminale è garantito dalla presenza di una nave di sorveglianza (LNG Guardian), le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7.17: Caratteristiche Tecniche ed Emissive della Nave di Sorveglianza

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	10
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m ²	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa della nave di sorveglianza.

Tabella 7.18: Caratteristiche Emissive per Fasi Operative della Nave di Sorveglianza

Caratteristica	Unità di Misura	Stand-by	Zona di Interdizione
Durata	h	23	1
Flusso NO _x	g/s	0.2	3.8

7.5.3.4.2 Configurazione di Progetto (Futura)

Il progetto prevede il potenziamento del servizio SSLNG per la distribuzione del GNL mediante l'impiego di unità navali SSLNGC per un massimo di No. 122 accosti annuali complessivi.

Le previste unità navali SSLNGC ed i rimorchiatori di supporto saranno dello stesso tipo di quelli attualmente autorizzati, le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nel seguito.

Tabella 7.19: Caratteristiche Tecniche ed Emissive unità SSLNGC

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	20
Diametro Camino	m	0.7
Sezione Camino	m ²	0.38
Temperatura Fumi	°K	476

Nel seguito sono inoltre riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto.

Tabella 7.20: Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto delle unità SSLNGC

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	2	15	1
Flusso NO _x	g/s	2.08	1.59	3.00

A supporto delle operazioni di manovra delle SSLNGC è stato considerato l'impiego di un rimorchiatore, le cui caratteristiche tecniche ed emissive sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 7.21: Caratteristiche Tecniche ed Emissive Rimorchiatore per SSLNGC

Caratteristica	Unità di Misura	Valore
Altezza Camino	m	8
Diametro Camino	m	0.4
Sezione Camino	m ²	0.13
Temperatura Fumi	°K	673

Nel seguito sono infine riportati i dati emissivi relativi a ciascuna fase operativa in cui è suddivisibile ogni accosto.

Tabella 7.22: Caratteristiche Emissive per Fasi di Accosto Rimorchiatore per SSLNGC

Caratteristica	Unità di Misura	Manovra e Ormeaggio	Connessione, Carico e Disconnessione	Disormeggio e Allontanamento
Durata	h	2	15	1
Flusso NO _x	g/s	0.2	0.2	0.2

7.5.3.5 Scenari Emissivi

Nell'ambito delle simulazioni sono stati considerati due scenari emissivi in considerazione della configurazione:

- ✓ autorizzata (attuale), che include le attività di approvvigionamento, stoccaggio, rigassificazione del GNL approvvigionato ed il servizio di distribuzione GNL (SSLNG). Per rappresentare tale scenario, in via conservativa, è stato considerato il numero massimo di accosti annui e la nave di maggiori dimensioni: 59 accosti della nave "New Panamax";
- ✓ di progetto (futura), che prevede, rispetto alla configurazione attuale autorizzata, il potenziamento del sistema di distribuzione del GNL tramite l'incremento del numero di navi metaniere di piccola taglia (servizio SSLNG) fino ad un massimo di No. 122 accosti annui complessivi.

Per entrambi gli scenari è stata simulata la dispersione delle ricadute di NO_x emesso dalle sorgenti individuate (cautelativamente si è ipotizzato che tutti gli NO_x ricadano sotto forma di NO₂).

Si noti inoltre che le simulazioni dello stato futuro di progetto, sono state condotte con un ulteriore approccio cautelativo prevedendo il funzionamento contemporaneo di tutte le sorgenti emissive, seppur tale condizione non sia realizzabile dato che, come già evidenziato, non è prevista la contemporanea presenza delle SSLNGC e delle navi metaniere per lo scarico di GNL.

7.5.3.5.1 Scenario Autorizzato (Attuale)

Lo scenario autorizzato (attuale), rappresentato in via conservativa considerando il numero massimo di accosti annui autorizzati e la nave di maggiori dimensioni (tra “New Panamax” e SSLNGC), include le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ Terminale;
- ✓ nave metaniera “New Panamax” per No. 59 accosti annui;
- ✓ rimorchiatori di supporto alla nave metaniera (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No. 2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi);
- ✓ nave di sorveglianza.

Per lo scenario emissivo attuale autorizzato, è stato stimato:

- ✓ il valore medio annuo delle ricadute di NO_x considerando l’arrivo di No. 59 navi metaniere con le diverse fasi operative necessarie allo scarico di GNL, oltre a tutti gli altri mezzi di supporto (rimorchiatori e nave di sorveglianza);
- ✓ il valore massimo orario (99.8 percentile) delle ricadute di NO_x considerando la fase più gravosa in termini emissivi per le varie unità navali coinvolte e le condizioni meteorologiche più avverse per la dispersione degli inquinanti.

7.5.3.5.2 Scenario di Progetto (Futuro)

Lo scenario di progetto (futuro) include le seguenti sorgenti emissive:

- ✓ Terminale;
- ✓ nave metaniera “New Panamax” per No. 59 accosti annui;
- ✓ rimorchiatori di supporto alla nave metaniera (No. 3 rimorchiatori durante la fase di ormeggio, No.2 rimorchiatori durante tutte le altre fasi);
- ✓ nave di sorveglianza;
- ✓ nave SSLNGC per No. 122 accosti annui;
- ✓ un rimorchiatore di supporto alla nave SSLNGC (“in stand by” ed utilizzato solo in caso di emergenza).

Per lo scenario emissivo futuro, è stato stimato:

- ✓ il valore medio annuo delle ricadute di NO_x considerando l’arrivo di No. 59 navi metaniere con le diverse fasi operative necessarie allo scarico di GNL, nonché l’arrivo di No. 122 navi SSLNGC con le diverse fasi operative necessarie al carico di GNL, oltre a tutti gli altri mezzi di supporto (rimorchiatori e nave di sorveglianza);
- ✓ il valore massimo orario (99.8 percentile) delle ricadute di NO_x considerando la fase più gravosa in termini emissivi per le varie unità navali coinvolte e le condizioni meteorologiche più avverse per la dispersione degli inquinanti.

7.5.3.6 Riferimenti Normativi

Per la stima dell’impatto sulla qualità dell’aria, al fine di consentire un confronto con i limiti normativi (D.Lgs 155/2010 e s.m.i.), si è proceduto alla valutazione dei seguenti indici di ricaduta al suolo per gli Ossidi di Azoto (NO_x):

- ✓ valori medi annui della concentrazione di NO_x;
- ✓ 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_x.

Si evidenzia che, al fine di un confronto con i limiti normativi, le emissioni di NO_x del modello sono cautelativamente considerate come emissioni di NO₂.

Tabella 7.23: Limiti Normativi (D.Lgs. 155/2010)

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Limite Normativo	
NO₂ (NO_x)	Valore Medio Annuo	Media Annuua (come NO ₂)	40 µg/m ³	Valore limite per la protezione della salute umana
		Media Annuua (come NO _x)	30 µg/m ³	Livello critico per la protezione della vegetazione
	Valore Medio Orario	99.8° Percentile Valore Orario (come NO ₂)	200 µg/m ³ (da non superare più di 18 volte/anno)	Valore limite per la protezione della salute umana

7.5.3.7 Stima delle Ricadute degli Inquinanti

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute al suolo di inquinanti gassosi (in particolare NO_x) associati alle attività del Terminale “FSRU Toscana” negli assetti di esercizio autorizzato (attuale) e di progetto (futuro), tenendo conto dei dati meteorologici di un intero anno di riferimento (2020).

7.5.3.7.1 Ossidi di Azoto (NO_x) nell’Assetto Autorizzato (Attuale)

Per quanto riguarda la media annua delle ricadute di NO_x si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere e delle aree naturali protette costiere più prossime al Terminale (verso Est), le ricadute massime sono inferiori a circa 0.02 µg/m³, ossia inferiori di tre ordini di grandezza rispetto ai limiti normativi stabiliti dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a 40 µg/m³ per la protezione salute umana e 30 µg/m³ per protezione della vegetazione (Tabella 7.23), dunque ritenute trascurabili. In corrispondenza dell’Isola Gorgona le ricadute massime sono inferiori a circa 0.01 µg/m³.

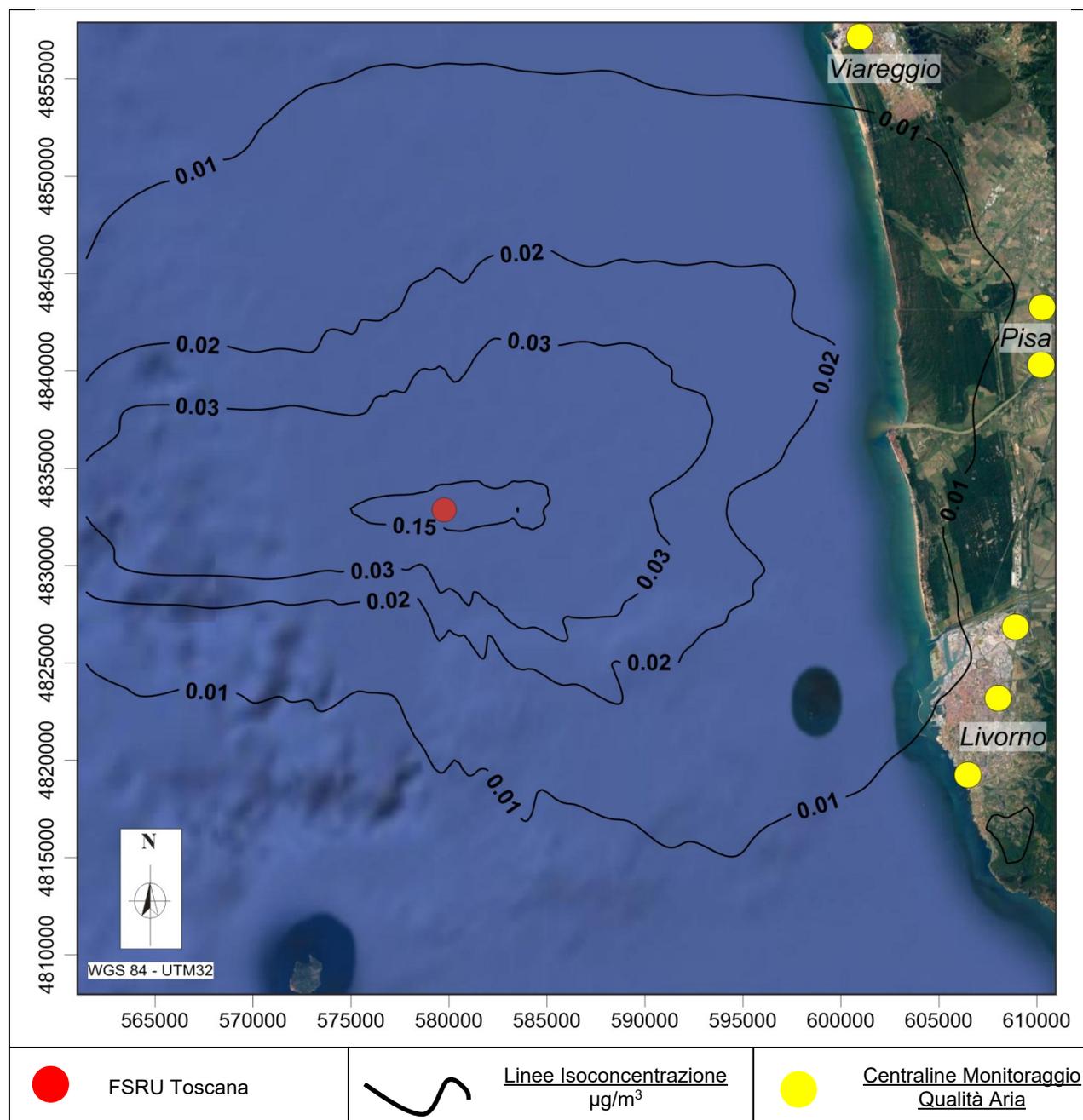


Figura 7.4: Assetto Autorizzato (Attuale) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOx Media Annua

Per quanto riguarda il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_x si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere più prossime al Terminale (verso Est) le ricadute massime sono pari a circa $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ossia inferiori di due ordini di grandezza rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la protezione salute umana (Tabella 7.23), dunque ritenute trascurabili.

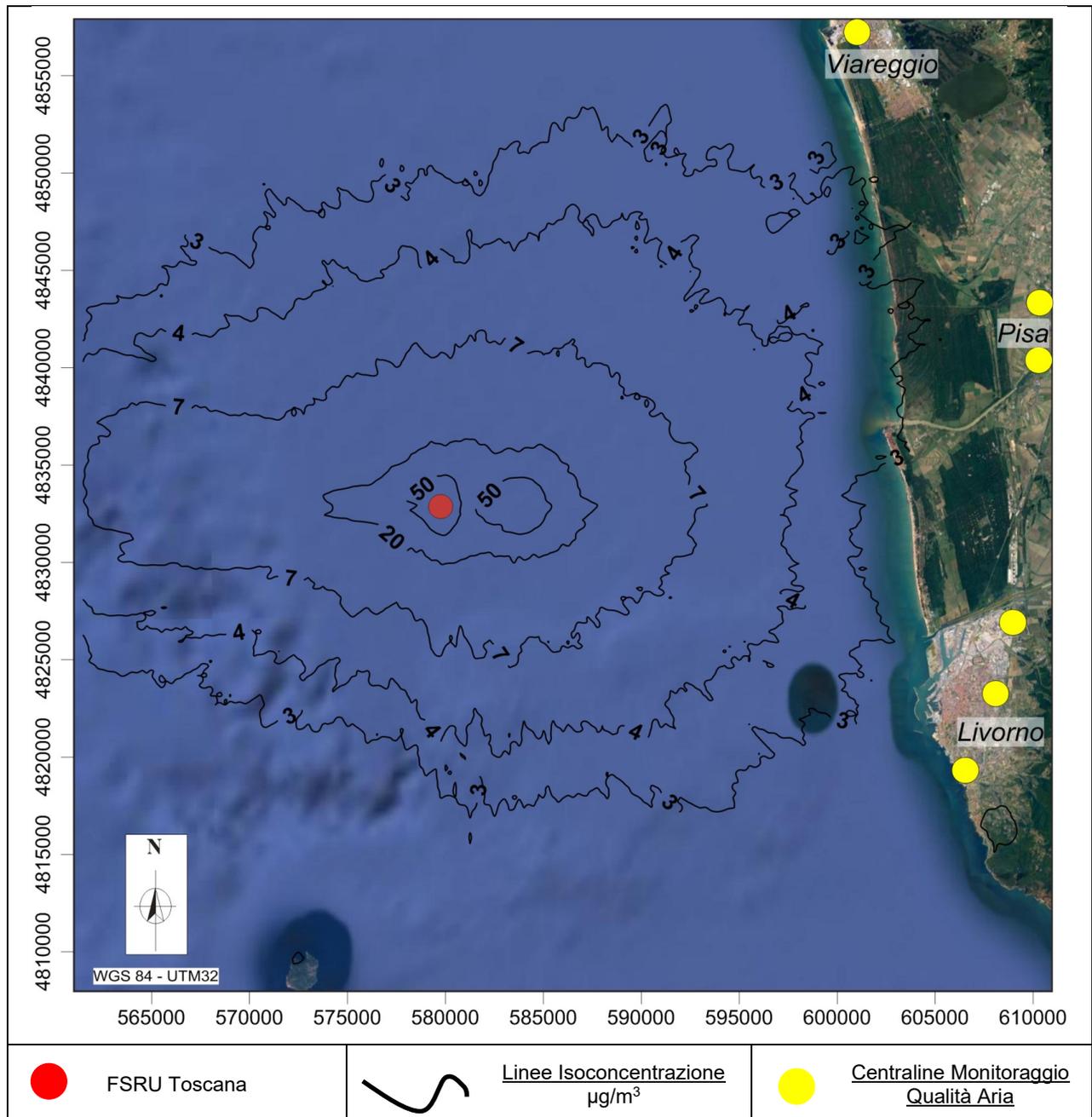


Figura 7.5: Assetto Autorizzato (Attuale) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO_x Massimo Orario (99.8° Percentile)

7.5.3.7.2 Ossidi di Azoto (NO_x) nell'Assetto di Progetto (Futuro)

Per quanto riguarda la media annua delle ricadute di NO_x si rileva che (si veda la figura seguente):

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere e delle aree naturali protette costiere più prossime al Terminale (verso Est) le ricadute massime sono pari a circa $0.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ossia inferiori di tre ordini di grandezza rispetto ai limiti normativi stabiliti dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la protezione salute umana e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per

protezione della vegetazione (Tabella 7.23), dunque ritenute trascurabili. In corrispondenza dell'Isola Gorgona le ricadute massime sono inferiori a circa $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

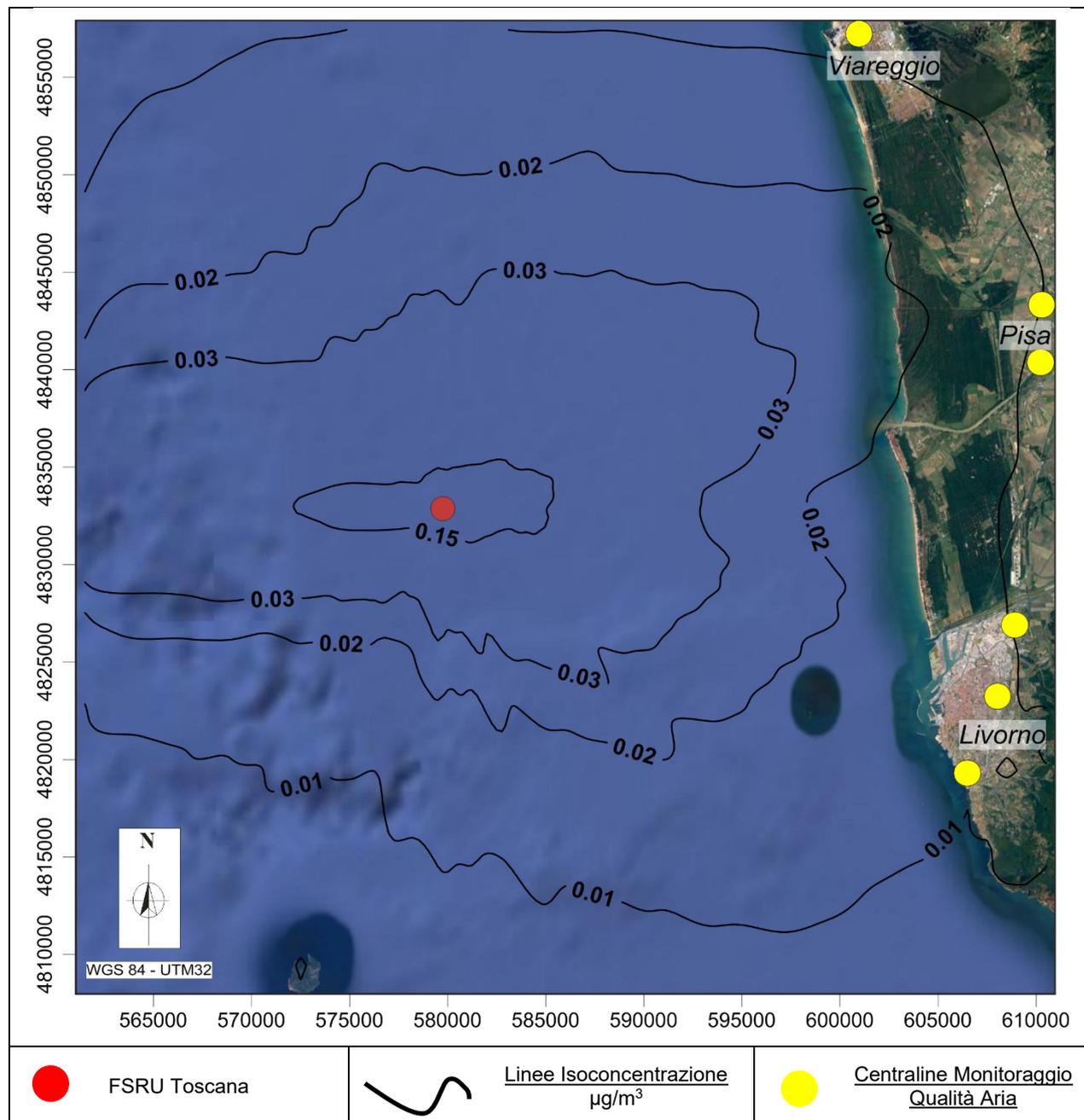


Figura 7.6: Assetto di Progetto (Futuro) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NO_x Media Annua

Per quanto riguarda il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie di NO_x si rileva che (si veda la figura seguente)

- ✓ i valori massimi di ricaduta sono stimati in prossimità del Terminale;
- ✓ in corrispondenza delle località costiere più prossime al Terminale (verso Est) le ricadute massime sono pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ossia inferiori di due ordini di grandezza rispetto al limite normativo stabilito dal D.Lgs 155/2010, equivalenti a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la protezione salute umana (Tabella 7.23), dunque ritenute trascurabili.

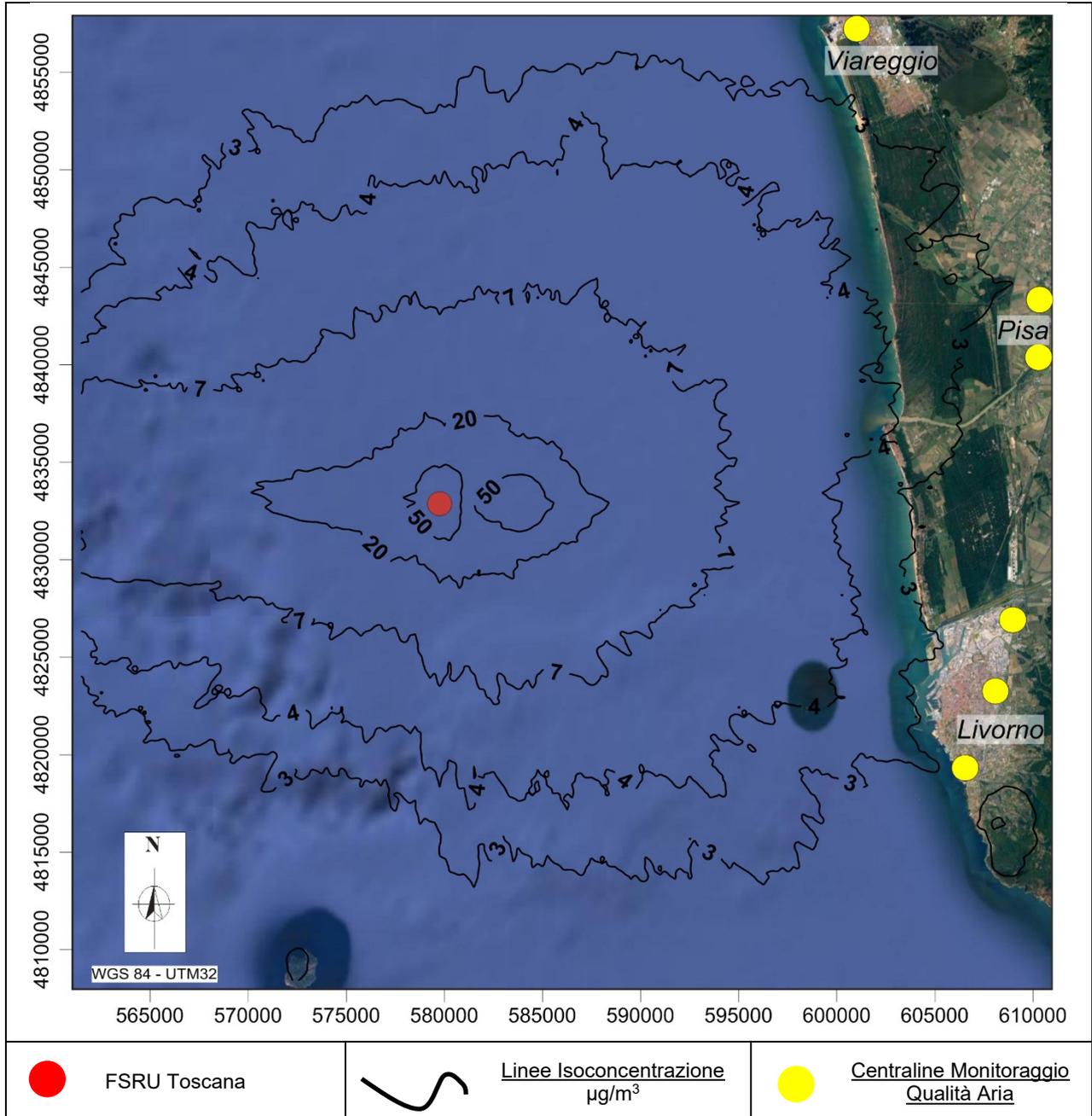


Figura 7.7: Assetto di Progetto (Futuro) – Mappa delle Isoconcentrazioni di NOX Massimo Orario (99.8° Percentile)

7.5.3.8 Conclusioni

Il progetto di potenziamento del servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL, tramite l’incremento del numero di navi metaniere di piccola taglia (SSLNGC) fino a No. 122 accosti, non comporterà modifiche sostanziali allo scenario emissivo autorizzato in termini di ricadute di inquinanti in atmosfera.

Le simulazioni condotte con il sistema modellistico CALPUFF hanno consentito di verificare come le ricadute degli NO_x sulla costa tra la configurazione di esercizio autorizzata (attuale) e la configurazione di progetto (futura) siano sostanzialmente confrontabili, sia per quanto riguarda i valori medi che i massimi orari, e comunque notevolmente

inferiori, due ordini di grandezza per medie annuali e tre ordini di grandezza per i massimi orari (99.8° percentile), ai limiti normativi fissati dal D.Lgs 155/2010.

Nello scenario attuale per la media annua le ricadute risultano nell'ordine di 0.01 µg/m³ presso tutte le centraline di monitoraggio di qualità dell'aria prese a riferimento, valore sostanzialmente confermato anche nello scenario futuro; in tal senso il contributo delle emissioni derivanti dal progetto risulta essere trascurabile.

Si evidenzia che i valori delle concentrazioni al suolo ottenuti nelle simulazioni sono da considerare cautelativi in quanto basate sull'ipotesi di contemporaneità di tutte le sorgenti emissive, seppur tale condizione non sia realizzabile non essendo prevista la contemporanea presenza delle SSLNGC e delle navi metaniere per lo scarico di GNL.

Infine, con riferimento al valore limite annuale massimo di emissioni di NOx di 100 t/anno prescritto con Provvedimento DVA-2012-0023515 del 1 Ottobre 2012, si evidenzia infine che tale valore potrà essere rispettato anche nell'assetto futuro come di seguito dettagliato.

Tabella 7.24: Emissioni Annuali NOx – Stato Attuale e Stato Futuro

Mezzo Navale	Emissioni Stato Attuale	Emissioni Stato Futuro	NOTE
	NOx [t/anno]	NOx [t/anno]	
Terminale	52.8	52.8	Valore calcolato considerando il limite pari a 100 mg/Nm ³ per un funzionamento complessivo di 350 giorni/anno
Metaniere SSLNGC +	3.7	17.3	Valore Stato Futuro considerando No.122 accosti annui di SSLNGC (13.6 t/anno) + No. 59 accosti annui di New Panamax (3.7 t/anno) ⁽¹⁾
Rimorchiatori	10.2	15.2	Valore Stato Futuro considerando No.122 accosti annui di SSLNGC (5 t/anno) + No. 59 accosti annui di New Panamax (10.2 t/anno) ⁽²⁾
Nave Sorveglianza	10	10	Valore Stato Futuro inalterato rispetto a quanto autorizzato
TOTALE	76.7	95.3	

Note:

(1) Si vedano i precedenti Paragrafi 3.5.1 e 5.3.1

(2) Si vedano i precedenti Paragrafi 3.5.3 e 5.3.1

7.5.3.9 Stima Complessiva dell'Impatto

Tenendo conto delle quantificazioni condotte nei precedenti paragrafi, nel seguito sono identificati i ranking della sensitività di risorsa e ricettori e della magnitudo dell'impatto.

Per quanto riguarda la sensitività di risorsa e ricettori:

- ✓ il parametro relativo al valore/importanza è valutato come *basso*, in considerazione dell'assenza di ricettori antropici nelle vicinanze del Terminale (distanza maggiore di 22 km) e della notevole distanza dalle aree naturali protette e Siti Natura 2000 terrestri (distanza minima pari a 17.5 km);
- ✓ il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come *basso*, in considerazione della localizzazione offshore del Terminale e dello stato di qualità dell'aria sulla costa, dedotto dai risultati dei monitoraggi svolti presso le centraline prese a riferimento, che risulta nel complesso buono.

Il ranking relativo alla sensitività di risorsa e ricettori risulta pertanto basso.

Con riferimento alla magnitudo:

- ✓ l'entità dell'impatto legato al progetto di potenziamento del servizio SSLNG per la distribuzione via mare di GNL tramite l'incremento del numero di navi metaniere di piccola taglia (SSLNGC) fino a No. 122 accosti, è

valutata come lieve (*valore 1*), in quanto le simulazioni condotte con il sistema modellistico CALPUFF hanno consentito di verificare come le ricadute degli NOx sulla costa tra la configurazione di esercizio autorizzata (attuale) e la configurazione di progetto (futura) siano sostanzialmente confrontabili, sia per quanto riguarda i valori medi che i massimi orari, e comunque notevolmente inferiori, due ordini di grandezza per medie annuali e tre ordini di grandezza per i massimi orari (99.8° percentile), ai limiti normativi fissati dal D.Lgs 155/2010;

- ✓ l'impatto sarà immediatamente reversibile (*valore 1*) in quanto si assume che al termine della vita utile dell'impianto (temine delle emissioni in atmosfera) si abbia un ripristino delle condizioni in tempi ridotti;
- ✓ la durata del fattore perturbativo sarà lunga, in quanto legata alla vita utile dell'impianto, pari a 12 anni (*valore 4*);
- ✓ la scala spaziale dell'impatto è limitatamente estesa, in quanto le ricadute più elevate di NOx si verificano in prossimità del Terminale e già a circa 5 km di distanza da esso risultano per la media annua e per i massimi orari (99.8 percentile) rispettivamente inferiori di circa due ed un ordine di grandezza rispetto ai limiti di normativa (media annua: limite 40 µg/m³ e ricaduta a circa 5 km pari a circa 0.15 µg/m³; massima oraria – 99.8 percentile: limite 200 µg/m³ e ricaduta a circa 5 km pari a circa 50 µg/m³) (*valore 2*). Come precedentemente indicato i valori di ricaduta sulla costa (distante circa 22 km dal Terminale) risultano trascurabili;
- ✓ la frequenza del fattore perturbativo sarà complessivamente su base continua, in quanto legata al funzionamento del Terminale e delle unità navali a servizio (*valore 4*);
- ✓ il segno dell'impatto sarà negativo.

Il ranking relativo alla magnitudo dell'impatto risulta pertanto basso (*valore complessivo pari a 12*).

Pertanto, la significatività complessiva dell'impatto sulla qualità dell'aria legato all'esercizio del Terminale nella configurazione di progetto è valutata come **bassa**.

7.6 RUMORE SUBACQUEO

7.6.1 Interazioni tra Progetto e l'Agente Fisico

Le interazioni tra il progetto e l'agente fisico in esame possono essere così riassunte:

- ✓ emissioni sonore sottomarine dal Terminale in esercizio e mezzi connessi.

Sulla base dei dati progettuali e delle interazioni con l'ambiente riportate nel Paragrafo 5.3, la valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sugli agenti fisici in esame è riassunta nella seguente tabella.

Tabella 7.25: Rumore Subacqueo, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Oggetto di Successiva Valutazione
Esercizio del Terminale e Mezzi connessi		X

Nel successivo paragrafo sono descritti gli eventuali elementi di sensibilità e sono identificati i recettori potenzialmente impattati dalle attività a progetto. La valutazione degli impatti ambientali e l'identificazione delle misure mitigative che si prevede di adottare è riportata al Paragrafo 7.6.3.

7.6.2 Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Per l'agente fisico Rumore Subacqueo, gli elementi di sensibilità sono costituiti dalla fauna marina e in particolare dalle specie maggiormente sensibili alle modifiche del clima acustico subacqueo, quali i mammiferi marini, in considerazione dell'importanza che rivestono i suoni nella vita degli stessi (ecolocalizzazione, navigazione, comunicazione, caccia e ricerca del cibo, vocalizzazione, etc.).

Si evidenzia tuttavia che possono essere affetti da modifiche del clima acustico sottomarino anche le altre forme di vita tipicamente presenti nel tratto di mare interessato dal Terminale.

Si riportano pertanto nel seguito le principali specie di interesse potenzialmente presenti nell'area del Terminale, che presentano una maggiore sensibilità a tali variazioni:

- ✓ Cetacei sensibili alle medie frequenze:
 - *Tursiops truncatus*,
 - *Stenella coeruleoalba*,
 - *Delphinus delphis*,
- ✓ Cetacei sensibili alle basse frequenze: *Balaenoptera physalus*;
- ✓ Tartarughe marine (principalmente della specie *Caretta caretta*).

7.6.3 Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione

7.6.3.1 Impatto sui Cetacei per Emissioni Sonore Subacquee

7.6.3.1.1 *Effetti del Rumore Antropogenico sui Mammiferi Marini*

Considerazioni Generali

I mammiferi marini e in particolare i cetacei sono animali straordinariamente adattati alle proprietà fisiche del suono in mare. Essi, vivendo in un mezzo che trasmette poco la luce ma in cui il suono si propaga bene e velocemente, anche a grandi distanze, hanno sviluppato un'elevata capacità nel produrre emissioni sonore non solo per comunicare ma anche per investigare l'ambiente, individuare le prede ed evitare gli ostacoli.

Tuttavia, l'ambiente marino, caratterizzato da un rumore di fondo al quale i cetacei sono naturalmente abituati, può essere soggetto a modifiche delle proprie condizioni naturali a causa del rumore antropogenico, ossia dal rumore generato da attività antropiche svolte in mare o in prossimità delle aree costiere. Tali perturbazioni di natura antropica indotte nell'ambiente marino possono determinare una serie di effetti sui Cetacei.

In generale, un suono a basso livello che può essere udibile dagli animali può non produrre alcun effetto visibile, ma all'aumentare del livello, il suono può causare disturbo e indurre l'allontanamento o altre modifiche del comportamento del soggetto colpito. In più, se gli animali, per qualunque ragione, non possono evitare la fonte di rumore, possono essere esposti a condizioni acustiche tali da produrre effetti negativi che possono andare dal disagio e stress fino al danno acustico vero e proprio con perdita di sensibilità uditiva, temporanea o permanente (CIBRA, 2010).

A conferma di quanto detto, alcuni studi hanno evidenziato che, a seconda del sottordine di appartenenza (Misticeti o Odontoceti), i Cetacei utilizzano il suono in maniera differente per le diverse funzioni biologiche e reagiscono al rumore antropogenico con risposte comportamentali che variano in base all'intensità e alla frequenza dei suoni percepiti (Simmonds et al., 2004). Le funzioni per le quali i Cetacei utilizzano il suono, sono:

- ✓ ecolocalizzazione;
- ✓ navigazione;
- ✓ comunicazione;
- ✓ caccia;
- ✓ vocalizzazione.

In generale, maggiori sono le dimensioni dell'animale, minori sono le frequenze utilizzate. Ad esempio, i misticeti producono i segnali dominanti al di sotto di 1 kHz, mentre gli odontoceti di piccole dimensioni, come la Stenella ed il Delfino comune, utilizzano segnali anche superiori ai 80 kHz. Gli odontoceti di medie dimensioni, come il Tursiopo, emettono suoni con frequenze comprese tra 40 ed 80 kHz (Roussel, 2002).

Effetti del Rumore Antropogenico sui Mammiferi Marini

Poiché la produzione del suono nei mammiferi marini è parte integrante dell'etologia delle specie, l'interferenza con queste funzioni comunicative viene considerata come particolarmente negativa.

Il rumore antropogenico, che può essere acuto e impulsivo (per esempio causato da un test sonar, un'esplorazione geofisica o un battipalo) oppure diffuso e continuo (ad esempio dovuto al traffico navale o alla somma di un grande numero di fonti in continuo movimento) può avere diversi tipi d'impatti sui cetacei (Roussel, 2002).

Tali impatti possono essere:

- ✓ fisici:

- non uditivi (danni al tessuto del corpo, danni dovuti alla creazione di bolle),
- uditivi (grandi danni agli apparati uditivi, temporaneo o permanente spostamento della soglia di udibilità).

Il rapido cambiamento di pressione causato da un rumore intenso può causare un danno fisiologico. I danni possono classificarsi in letali e sub-letali. Gli effetti letali sono quelli che danno come risultato l'immediata morte o la seria debilitazione dell'animale. Gli effetti sub-letali si hanno quando l'intensità sonora eccede la tolleranza dell'orecchio e il danno uditivo causato può portare indirettamente alla morte dell'animale a causa dell'incapacità di cacciare, orientarsi ed evitare ostacoli.

Questo danno non dipende dalla durata dell'evento quanto dalla sua intensità.

Con riferimento all'udito, l'effetto fondamentale di un trauma acustico è la diminuzione della capacità uditiva che si manifesta come innalzamento della soglia di sensibilità, che corrisponde ad una perdita di sensibilità uditiva. Le perdite di capacità uditive sono generalmente classificate come innalzamento temporaneo (TTS – Temporary threshold Shift) o permanente (PTS – Permanent Threshold Shift) del livello di soglia. Poiché l'intensità e la durata dell'esposizione possono agire sinergicamente per aumentare il danno all'udito, le esposizioni lunghe o ripetute a livelli che per brevi durate provocano TTS possono anche produrre una perdita uditiva permanente (PTS). Questo significa che sia il livello che la durata di esposizione possono condurre al danno acustico (CIBRA, 2010). L'esposizione al rumore può avere un effetto anche se al di sotto dei livelli che provocano perdita di sensibilità uditiva.

Le soglie uditive dei misticeti non sono ancora state misurate direttamente, non potendo essere studiati in cattività a causa delle loro dimensioni. La soglia di risposta a bande limitate di suoni ha tuttavia provveduto ad informazioni limitate circa le loro capacità.

Da alcune ricerche che sono state fatte sugli odontoceti, è risultato che la perdita di udito indotta dal rumore è possibile se gli individui vengono esposti a rumori che possono sentire bene. I rumori necessari per produrre una perdita temporanea di sensibilità (TTS) sono ad ogni modo relativamente alti;

✓ percettivi:

- mascheramento nella comunicazione all'interno della specie,
- mascheramento nella comunicazione tra le specie,
- interferenza con la capacità di interpretare acusticamente l'ambiente.

Il mascheramento è l'incremento della soglia uditiva di un suono dovuto alla presenza di un altro suono. I mammiferi marini usano il suono per cacciare, per navigare e per altre importanti funzioni. Perciò il mascheramento o la distorsione di questi suoni biologicamente importanti può avere un grande impatto sull'efficienza di comunicazione e su alcune attività fisiologiche dei cetacei.

Il mascheramento può avvenire se gli animali sono esposti ad un costante rumore a banda larga come potrebbe essere quello di una nave.

Un rumore può causare mascheramento di un segnale di riferimento, se giace entro una banda critica vicina alla frequenza del segnale o è d'intensità superiore. La larghezza di banda critica cresce per le basse frequenze cosicché i segnali a bassa frequenza sono più efficacemente schermati che quelli ad alta frequenza. Tale fenomeno ha comunque un effetto temporaneo di durata pari a quella dell'evento che ha generato il fenomeno.

In alcuni cetacei è stato osservato un comportamento anti-mascheramento, ad esempio attraverso la modifica dei segnali inviati, per ottimizzare la trasmissione e la ricezione degli stessi;

✓ comportamentali:

- brusca interruzione del normale comportamento (comportamento sensibilmente diverso per un certo periodo di tempo),
- modifica del comportamento (il comportamento rimane uguale ma meno efficiente),
- cambiamento della zona (breve o lungo termine).

Il disturbo che possono causare stimoli esterni può portare a cambiamenti sia fisiologici che biologici (risposta comportamentale). Tale risposta non è sempre ben individuabile visto che non è ben chiaro, ad esempio, se all'avvicinamento di una nave ciò che infastidisce maggiormente l'animale sia il rumore provocato dalla nave o la sua presenza.

Paura e cambiamenti nel comportamento vocale sono stati osservati sia nei misticeti che negli odontoceti a distanze dalla sorgente del suono anche di decine e centinaia di chilometri.

Risposte osservate ad esempio nel comportamento della balena grigia, hanno evidenziato una grande variabilità: aumento del tempo d'immersione, nessuna variazione di respirazione, diminuzione della velocità di crociera in funzione della taglia della nave.

La risposta comportamentale che è stata osservata per la balenottera, all'avvicinamento di una nave, è stata invece di interruzione del nutrimento e aumento della velocità di crociera.

Anche per le orche, all'avvicinarsi di una nave, è stato osservato un aumento della velocità e l'allontanamento verso il mare aperto.

Anche questo disturbo è legato alla durata dell'evento;

✓ cronici:

- diminuzione della probabilità di sopravvivenza dell'individuo,
- aumento della vulnerabilità alle malattie,
- ipersensibilità agli stress,
- abitudine al rumore (causa il non allontanamento dell'animale dalla fonte del rumore che continua così a danneggiarlo);

✓ effetti indiretti:

- ridotta disponibilità di prede,
- aumento della vulnerabilità alla cattura e ad altri rischi, come la collisione con equipaggiamenti per la pesca.

Nel seguito, si riporta una tabella sintetica delle tipologie di effetti sopra descritti (Jasny et al., 2005 in ISPRA, 2012).

Tabella 7.26: Potenziale Impatto del Rumore in Ambiente Marino (Jasny et al., 2005 in ISPRA, 2012)

IMPATTO	TIPOLOGIA DI DANNO	
Fisiologico	Non Uditivo	Danni ai tessuti corporei (emorragie interne, rottura del tessuto polmonare) Embolia (e altri sintomi legati alla malattia da decompressione)
	Uditivo	Danni al sistema uditivo (rottura della finestra ovale o rotonda alla soglia dell'orecchio interno che può risultare letale; rottura del timpano) Effetti vestibolari (vertigini, disorientamento, perdita dell'equilibrio) Diminuzione permanente della capacità uditiva (PTS – innalzamento permanente del livello di soglia) Diminuzione temporanea della capacità uditiva (TTS – innalzamento temporaneo del livello di soglia)
	Legato allo stress	Vitalità compromessa degli individui Soppressione del sistema immunitario e maggiore vulnerabilità a malattie Diminuzione del tasso riproduttivo
Comportamentale	Spiaggiamento Interruzione di comportamenti abituali (alimentazione, riproduzione, etc.) Perdita di efficienza nell'accoppiamento (richiami meno efficienti) e nell'alimentazione (immersioni meno produttive) Antagonismo nei confronti di altri animali Allontanamento dall'area (a breve o lungo termine)	
Percettivo	Mascheramento dei segnali acustici necessari alla comunicazione con gli altri membri della stessa specie Mascheramento di altri suoni biologicamente importanti, come quelli emessi dai predatori Interferenza con la capacità di ecolocalizzazione	
Cronico	Impatti cumulativi e sinergici Ipersensibilità al rumore Assuefazione al rumore (gli animali rimangono nelle vicinanze di livelli di suono dannosi)	
Effetti Indiretti	Degradazione della qualità e della disponibilità di habitat Disponibilità ridotta di prede	

Livelli Soglia di Esposizione

Southall et al. (2007) hanno pubblicato uno studio volto a valutare i livelli di esposizione al rumore al di sopra dei quali sono attesi effetti negativi sui vari gruppi di mammiferi marini. Nell'ambito dello studio sono state considerate le seguenti categorie di effetti:

- ✓ danni;
- ✓ disturbi comportamentali.

I livelli di soglia proposti sono stati ulteriormente classificati in base alle capacità funzionali di udito dei diversi gruppi di mammiferi marini e alle diverse categorie di suoni di origine antropica tipici delle attività offshore.

In particolare, per quanto concerne le categorie di suono di natura antropica, la ricerca ha identificato le seguenti tipologie:

- ✓ impulso singolo (esplosioni singole; boom sonici; impulsi singoli di *air gun*, *water gun*, *pile strike* o *sparker*; suono singolo di alcuni sonar ed ecoscandagli);
- ✓ impulso multiplo (esplosioni in serie; impulsi in serie sequenziali di *air gun*, *water gun*, *pile strikes* o *sparker*; alcuni tipi di sonar attivi; alcuni segnali emessi dagli ecoscandagli);
- ✓ non impulsivo (transiti di navi/elicotteri; perforazioni; varie operazioni industriali; determinati sistemi sonar; dissuasori acustici; sorgenti per la tomografia acustica; alcuni segnali emessi dagli ecoscandagli).

In merito alle capacità uditive funzionali dei mammiferi marini, invece, sono state definite le seguenti categorie:

- ✓ cetacei sensibili alle basse frequenze (misticeti);
- ✓ cetacei sensibili alle medie frequenze (odontoceti);
- ✓ cetacei sensibili alle alte frequenze (odontoceti);
- ✓ pinnipedi in acqua;
- ✓ pinnipedi in aria.

Con riferimento ai soli cetacei, nella tabella seguente sono riportati, per ciascuna categoria sopra citata, le bande uditive stimate e i generi rappresentati per ciascun gruppo. In tabella sono evidenziate le specie la cui presenza, sulla base dell'analisi condotta al precedente Paragrafo 6.2.2.1, risulta più probabile nell'area d'intervento (Tursiope, Stenella, Delfino comune e Balenottera).

Tabella 7.27: Capacità Uditive Funzionali dei Cetacei (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)

Gruppo Uditivo Funzionale	Ampiezza di Banda Stimata	Generi rappresentati (Numero di specie/ sottospecie)
Cetacei sensibili alle basse frequenze (Mlf)	7 Hz - 22 kHz	<i>Balaena</i> , <i>Caperea</i> , <i>Eschrichtius</i> , <i>Megaptera</i> , <i>Balaenoptera</i> (13 specie/sottospecie)
Cetacei sensibili alle medie frequenze (Mmf)	150 Hz - 160 kHz	<i>Steno</i> , <i>Sousa</i> , <i>Sotalia</i> , <i>Tursiops</i> , <i>Stenella</i> , <i>Delphinus</i> , <i>Lagenodelphis</i> , <i>Lagenorhynchus</i> , <i>Lissodelphis</i> , <i>Grampus</i> , <i>Peponocephala</i> , <i>Feresa</i> , <i>Pseudorca</i> , <i>Orcinus</i> , <i>Globicephala</i> , <i>Orcaella</i> , <i>Physeter</i> , <i>Delphinapterus</i> , <i>Monodon</i> , <i>Ziphius</i> , <i>Berardius</i> , <i>Tasmacetus</i> , <i>Hyperoodon</i> , <i>Mesoplodon</i> (57 specie/sottospecie)
Cetacei sensibili alle alte frequenze (Mhf)	200 Hz - 180 kHz	<i>Phocoena</i> , <i>Neophocaena</i> , <i>Phocoenoides</i> , <i>Platanista</i> , <i>Inia</i> , <i>Kogia</i> , <i>Lipotes</i> , <i>Pontoporia</i> , <i>Cephalorhynchus</i> (20 specie/sottospecie)

In base a quanto definito dagli studi condotti da Southall et al. (2007), il criterio minimo di esposizione per il danno è il livello per il quale si stima che una singola esposizione possa provocare una perdita uditiva permanente o Permanent Threshold Shift (PTS).

Nelle seguenti tabelle sono riportati i livelli di rumore che inducono reazioni comportamentali (Southall et al., 2007) ed i livelli di soglia proposti per categorie di cetacei esposti a eventi di rumore discreti (esposizioni sia singole che multiple in un periodo di 24 h).

I valori soglia indicati in Tabella 7.28 sono espressi come Livello di Pressione Sonora (SPL), intensità di pressione misurata al ricevitore (RL - Received Level) o Livello di Esposizione Sonora (SEL) e sono suddivisi per i diversi tipi

di suono che originano le prime significative risposte comportamentali nei diversi gruppi di cetacei (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012).

Tabella 7.28: Valori Soglia per Cetacei per Rumori non Impulsivi – Tipologia di Rumore in Grado di Causare le Prime Risposte Significative (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)

Valori soglia per rumori non impulsivi (tipo perforazione, navi etc):	
Cetacei bassa frequenza: 100-110 dB re: 1 µPa RMS SPL	
Cetacei media frequenza: 110-120 dB re: 1 µPa RMS SPL	
Cetacei alta frequenza: 140-150 dB re: 1 µPa RMS SPL	

Note: da ISPRA, 2012 (modificato da Southall et al. (2007) pagine 456-460)

In Tabella 7.29 si riportano i valori soglia elaborati per la perdita permanente (PTS) e temporanea (TTS) di sensibilità uditiva (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012) e sono evidenziati i valori di interesse.

Tabella 7.29: Valori Soglia per Cetacei – Tipologia di Rumore in Grado di Causare Perdita Permanente (PTS) e Temporanea (TTS) di Sensibilità Uditiva (Southall et al., 2007; ISPRA, 2012)

		TIPOLOGIA DI SUONO		
		Impulso Singolo	Impulso Multiplo	Non Impulsivo
PTS	Cetacei Sensibili Alle Basse Frequenze			
	SPL	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)
	SEL	198 dB re: 1 µPa ² -s	198 dB re: 1 µPa ² -s	215 dB re: 1 µPa²-s
	Cetacei Sensibili Alle Medie Frequenze			
	SPL	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)
	SEL	198 dB re: 1 µPa ² -s	198 dB re: 1 µPa ² -s	215 dB re: 1 µPa²-s
	Cetacei Sensibili Alle Alte Frequenze			
	SPL	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)	230 dB re: 1 µPa (peak) (flat)
	SEL	198 dB re: 1 µPa ² -s	198 dB re: 1 µPa ² -s	215 dB re: 1 µPa ² -s
TTS	Cetacei Sensibili Alle Basse Frequenze			
	SPL	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (Flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)
	SEL	183 dB re: 1µPa ² -s	183 dB re: 1µPa ² -s	195 dB re: 1µPa²-s
	Cetacei Sensibili Alle Medie Frequenze			
	SPL	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)
	SEL	183dB re: 1µPa ² -s	183 dB re: 1µPa ² -s	195 dB re: 1µPa²-s
	Cetacei Sensibili Alle Alte Frequenze			
	SPL	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)	224 dB re: 1µPa (peak) (flat)
	SEL	183 dB re: 1µPa ² -s	183 dB re: 1µPa ² -s	195 dB re: 1µPa ² -s

Note: In corsivo i valori proposti da ISPRA (2012) ad integrazione dei valori di Southall et al. (2007) con il chiarimento “dato variabile in funzione della categoria di cetacei, della tipologia di sorgente e della risposta comportamentale degli individui osservati”.

Come si può vedere in tabella, per quanto concerne i cetacei sensibili alle basse e medie frequenze (quali Balenottera comune, Tursiopo, Stenella e Delfino comune che, come evidenziato nel precedente Paragrafo 6.2.2.1, sono le specie con maggiore possibilità di frequentazione dell’area di interesse) e considerando una tipologia di suono continuo, associata alle attività del Terminale (paragonabile a quella di una nave in movimento, come evidenziato nel precedente Paragrafo 6.5.4.2), sono previsti i seguenti livelli di danno permanente all’udito (PTS):

- ✓ Livello di Pressione Sonora: 230 dB re: 1 µPa;
- ✓ Livello di Esposizione Sonora: 215 dB re: 1 µPa²-s.

Per quanto concerne il danno temporaneo all’udito, sono previsti i seguenti livelli (TTS):

- ✓ Livello di Pressione Sonora: 224 dB re: 1 µPa;
- ✓ Livello di Esposizione Sonora: 195 dB re: 1 µPa²-s.

Si evidenzia tuttavia che, come già descritto in precedenza, le reazioni all’esposizione acustica a livello comportamentale sono generalmente più variabili, dipendenti dal contesto e meno prevedibili rispetto agli effetti sull’udito o sulla fisiologia. Questo perché la stessa sorgente acustica può avere effetti diversi a seconda del

contesto e delle variabili ambientali, delle caratteristiche fisiologiche, sensoriali e psicologiche degli organismi esposti. Si evidenzia che le variabili possono differire molto fra gli individui di una specie e anche negli individui stessi in relazione a vari fattori (es. sesso, età, precedente storia di esposizione, stagione e attività).

7.6.3.1.2 Stima Complessiva dell'Impatto

Il progetto in esame, come descritto al precedente Capitolo 5, prevede un incremento nel numero annuo di accosti delle metaniere di piccola taglia (SSLNGC), rispetto a quanto attualmente autorizzato (No. 122 accosti annui).

Questo si tradurrà non in un maggior numero di mezzi contemporaneamente presenti in corrispondenza del Terminale, in quanto il Terminale è adibito alla ricezione di una sola metaniera alla volta, ma in una maggiore frequenza di tali operazioni. In particolare, il passaggio a 122 accosti porterà la frequenza di arrivo massima delle SSLNGC ad una ogni 3 giorni circa.

La variazione nel numero di accosti per le SSLNGC non comporterà, pertanto, l'introduzione di nuove sorgenti sonore sottomarine rispetto all'assetto già autorizzato, bensì comporterà una maggiore frequenza di tale contributo.

Si evidenzia, a tal proposito, che nel mese di Settembre 2020, sono state condotte misure del rumore sottomarino in corrispondenza del Terminale, durante tutte le fasi di accosto di una metaniera da 170,000 m³ (si veda anche quanto riportato nel precedente Paragrafo 6.5.4.2).

In considerazione delle condizioni nelle quali sono state effettuate le misurazioni, con un elevato numero di mezzi navali operativi (FSRU, metaniera di grande stazza e No. 3 rimorchiatori di cui No. 2 operativi e No. 1 di supporto in caso di necessità), nel corso di tutte le fasi di accosto (avvicinamento, affiancamento, allibo e allontanamento), si ritiene che tali misurazioni possano essere valutate come cautelative rispetto a tutti gli scenari di operatività del Terminale (durante le fasi di allibo delle metaniere di piccola taglia, per le quali il progetto prevede un incremento della frequenza annua di accosti, sarà presente un unico rimorchiatore in modalità stand-by, pronto a intervenire in caso di necessità). Si precisa inoltre che le navi del servizio Small-Scale saranno tutte di ultima generazione, garantendo standard elevati relativamente al contenimento delle emissioni sonore e che, come previsto dal Piano di monitoraggio del Rumore del Terminale "FSRU Toscana", Allegato al Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino rev. 1, misure del rumore sottomarino in fase di allibo saranno regolarmente effettuate, anche durante il servizio di Small-Scale.

In particolare, dall'analisi dei dati rilevati nel corso delle misurazioni è emerso che:

- ✓ per ogni fase studiata l'SL cumulato (il valore del rumore alla sorgente cumulato per tutte le frequenze) è risultato sempre inferiore ai livelli soglia di barotrauma sia Temporaneo che Permanente (ISPRA, 2012) (TTS e PTS);
- ✓ il rumore alla sorgente alle frequenze di riferimento normativo e tipiche di una nave metaniera in movimento e dei rimorchiatori (sorgenti che danno il maggior contributo al nostro sistema) risulta superiore ai valori di prima risposta comportamentale (110 dB re 1 µPa per i cetacei a bassa frequenza e 120 dB re 1 µPa per i cetacei a media frequenza) (Southall et al., 2007; ISPRA 2012), ma a 143 m dalla sorgente la SPL(f) risulta inferiore ai 115 dB re 1 µPa e quindi inferiore alla prima risposta comportamentale dei cetacei a media frequenza prevalentemente presenti nell'area di interesse (in particolare tursiopi e stenelle);
- ✓ in generale nessun tipo di impatto sui cetacei è atteso a 878 m dalla sorgente per tutte le specie di cetacei (anche dei cetacei a basse frequenze occasionalmente in transito nell'area di interesse).

Tenendo conto di quanto sopra, nel seguito sono identificati i ranking della sensibilità di risorsa e ricettori e della magnitudo dell'impatto.

Per quanto riguarda la sensibilità dei ricettori (cetacei):

- ✓ il parametro relativo al valore/importanza è valutato come alto, in considerazione della localizzazione del Terminale, inserito all'interno del Santuario Pelagos e del proposto SIC IT5160021 "Tutela del *Tursiops truncatus*", un'area caratterizzata da elevate probabilità di incontro con diverse specie di cetacei;
- ✓ il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come alto, in quanto, nonostante la capacità dei cetacei ad adattarsi alle variazioni del rumore di fondo in ambiente marino (o comunque ad allontanarsi nel caso di situazioni di potenziale criticità) e nonostante l'area risulti già soggetta ad un elevato traffico marittimo (tra le principali cause del rumore antropico sottomarino), va evidenziata l'importanza che ha il suono per la vita ed il comportamento dei cetacei (ecolocalizzazione, navigazione, comunicazione, caccia e ricerca del cibo, vocalizzazione, etc.) e va considerato il loro status di conservazione complessivo (prevalentemente tra Vulnerabile e In Pericolo per le principali specie attese nell'area di progetto).

Il ranking relativo alla sensibilità di risorsa e ricettori risulta pertanto Alto.

Con riferimento alla magnitudo:

- ✓ l'entità dell'impatto è valutata come bassa (valore 2), in considerazione del fatto che le emissioni sonore generate risultano sempre inferiori ai valori di TTS e di PTS e già a 140 m circa dalla sorgente non sono attese prime risposte comportamentali dai cetacei di media frequenza (a circa 880 m per i cetacei sensibili alle basse frequenze);
- ✓ l'impatto sarà immediatamente reversibile nel breve termine (valore 1) in quanto si assume che al termine delle attività del Terminale (temine delle emissioni sonore) si abbia un ripristino delle condizioni ante-operam nell'arco di pochi giorni;
- ✓ la durata del fattore perturbativo sarà lunga, in quanto legata alla vita utile del Terminale (> di 5 anni) (valore 4);
- ✓ la scala spaziale dell'impatto è limitatamente estesa, in quanto valori di emissioni sonore per cui possono essere attese risposte da parte dei cetacei sono attesi entro un'area contenuta intorno al Terminale (entro 1 km) (valore 1);
- ✓ la frequenza del fattore perturbativo sarà su base discontinua, regolare e di media entità (valore 3);
- ✓ il segno dell'impatto sarà negativo.

Il ranking relativo alla magnitudo dell'impatto risulta pertanto basso (valore complessivo pari a 11).

Pertanto, la significatività complessiva dell'impatto è valutata come **Alta**.

Nel successivo paragrafo sono riportate le misure di mitigazione che saranno implementate al fine di limitare la significatività dell'impatto sopra stimata.

7.6.3.1.3 Misure di Mitigazione

Si evidenzia che, in linea con quanto previsto dall'Ordinanza della Capitaneria di Porto di Livorno No. 137/2013, all'interno delle 4 miglia dal Terminale, la velocità di transito di qualsiasi imbarcazione non potrà essere superiore ai 10 nodi. Inoltre, tutte le operazioni di accosto dovranno essere condotte in condizioni di massima sicurezza e pertanto a velocità estremamente limitate.

L'Ordinanza No. 6/2014 sulla Sicurezza alla navigazione, impone per le navi in allibio una velocità massima di 6 nodi entro le 2 miglia nautiche dal Terminale.

È difatti dimostrato che la regolazione della velocità di navigazione comporta una riduzione della rumorosità.

Si ricorda inoltre che nell'intorno del Terminale è prevista la presenza fissa di una nave di sorveglianza (LNG Guardian), attraverso la quale potrà essere implementato un monitoraggio visivo nelle ore diurne, da parte dell'equipaggio presente. La LNG Guardian è un mezzo a supporto del Terminale dedicato proprio alla sorveglianza e al monitoraggio dell'area di interdizione alla navigazione e alle aree limitrofe. La stessa, in caso di avvistamenti dei cetacei, effettuerà la compilazione della scheda cetacei dell'Istituto idrografico della Marina⁸ comunicando allo stesso Istituto l'eventuale avvistamento.

Preventivamente ad ogni accosto di navi metaniere o di navi SSLNGC, sarà posta particolare attenzione all'avvistamento di cetacei nei dintorni del Terminale. In caso di avvistamento, sarà comunicato al Terminale l'evento e congiuntamente si procederà con il seguire gli individui avvistati, verificando la direzione di navigazione degli stessi ed il comportamento (e annotando il tutto nel form di cui sopra).

In caso di avvicinamento verso il Terminale, alle distanze rispettivamente di 300 m per i Tursiopi (e altri cetacei sensibili alle medie frequenze) e di circa 1 km per i cetacei sensibili alle basse frequenze (valori cautelativi di distanza, alle quali i cetacei mostrano le prime risposte comportamentali, stabiliti a partire dalle misure del rumore effettuate durante l'allibio del 2020 ed inviate all'autorità per l'ottemperanza alla prescrizione del quinto anno di monitoraggio del piano di monitoraggio dell'ambiente marino – Paragrafo 6.5.4.2) ed in caso di disorientamento degli individui verranno posticipate le operazioni di allibio. Si evidenzia infatti l'importanza di fermare l'operazione di allibio prima dell'inizio delle operazioni in quanto l'aborto della manovra già iniziata porterebbe, oltre ad un aumento del rumore, anche a problematiche di sicurezza.

⁸ https://www.marina.difesa.it/noi-siamo-la-marina/pilastro-logistico/scientifici/idrografico/Documents/Cetacei_posidonia/Scheda_Cetacei.pdf

Come già evidenziato, infine, le metaniere SSLNGC saranno tutte di ultima generazione, garantendo standard elevati nel contenimento delle emissioni sonore in ambiente marino (il design ottimizzato per lo spostamento acqua e la cavitazione permette di ridurre la produzione di rumore sottomarino).

Misure specifiche sono ad ogni modo previste durante le fasi di allibo, nel corso dei monitoraggi stabiliti dal Piano di monitoraggio del Rumore del Terminale "FSRU Toscana", Allegato al Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino rev. 1, al fine di verificare il rispetto delle soglie di disturbo dei cetacei. La società OLT ha difatti inviato all'autorità in data 25/01/2021 una proposta di modifica del piano di monitoraggio dell'ambiente marino ai sensi del Prescrizione No. 7 del Provvedimento Prot. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010. La revisione contiene, oltre a miglioramenti/modifiche proposte sulla base dei risultati ottenuti nei sei anni di monitoraggio intercorsi, anche la proposta di modifica del piano del rumore, redatto tenendo di conto della prescrizione al V anno (Prescrizione del Parere CTVA No. 3398 del 8 Maggio 2020 (ID_VIP: 4606) ottenuta per il **V anno di monitoraggio** dell'ambiente marino) ed alla Prescrizione No. 4 del Parere CTVA No. 3216 del 6 Dicembre 2019 (ID VIP 4570) dell'assoggettabilità alla VIA per il servizio di small scale.

7.6.3.2 Impatto sulle Tartarughe Marine e Altra Fauna Marina per Emissioni Sonore Subacquee

7.6.3.2.1 Effetti del Rumore Antropogenico sugli Organismi Marini (diversi dai Cetacei)

Nel presente paragrafo vengono forniti alcuni elementi relativi ai possibili impatti dei rumori sottomarini su altre specie marine, diverse dai cetacei. In particolare, si è fatto riferimento alle indagini richiamate nel documento "Scientific Synthesis on the Impact of Underwater Noise on Marine and Coastal Biodiversity and habitats", Convenzione sulla Diversità Biologica, UNEP-CBD (2012).

Altri organismi marini sensibili ai rumori sottomarini sono costituiti da:

- ✓ rettili marini;
- ✓ pesci;
- ✓ invertebrati marini.

Le tartarughe marine, in particolare, sono sensibili ai suoni a bassa frequenza nel range 100-1,000 Hz (massima sensibilità tra 200 e 400 Hz). Nel caso di questi organismi gli studi disponibili hanno riguardato principalmente l'esposizione a sorgenti di tipo *air gun* nel breve periodo. La maggior parte di tali studi ha mostrato una forte risposta iniziale di tipo allontanamento dall'area (*avoidance*) per livelli maggiori o uguali a 175 dB RMS re 1 μ Pa, mentre esemplari in ambienti confinati hanno mostrato minore risposta alle successive sollecitazioni che potrebbe essere causata da una riduzione della sensibilità (TTS).

L'esposizione nel lungo periodo ad alti livelli di rumore antropogenico a basse frequenze in aree costiere che ne costituiscono l'habitat potrebbe avere effetti sul comportamento e l'ecologia di questi animali.

Per livelli di rumore più bassi, è stato rilevato che le tartarughe che rimangono nell'area perturbata potrebbero mostrare comportamenti anomali, con conseguente riduzione della capacità di alimentazione. In ogni caso non si registrano studi sugli effetti a lungo termine di tali comportamenti anomali (UNEP-CBD, 2012).

Anche le ricerche sugli effetti sulla fauna ittica, in particolare allo stato naturale, non risultano affatto sviluppate se confrontate a quelle sui mammiferi marini. In generale i pesci marini sono sensibili allo stesso range di rumore che causano effetti sui cetacei, sebbene i meccanismi di percezione del rumore siano sostanzialmente diversi. L'impatto di suoni di elevata intensità in brevi periodi è stato studiato in termini di traumi fisici risultanti e modifiche comportamentali. Nel caso dei pesci, inoltre, è importante considerare gli effetti del rumore sulle uova e sulle larve.

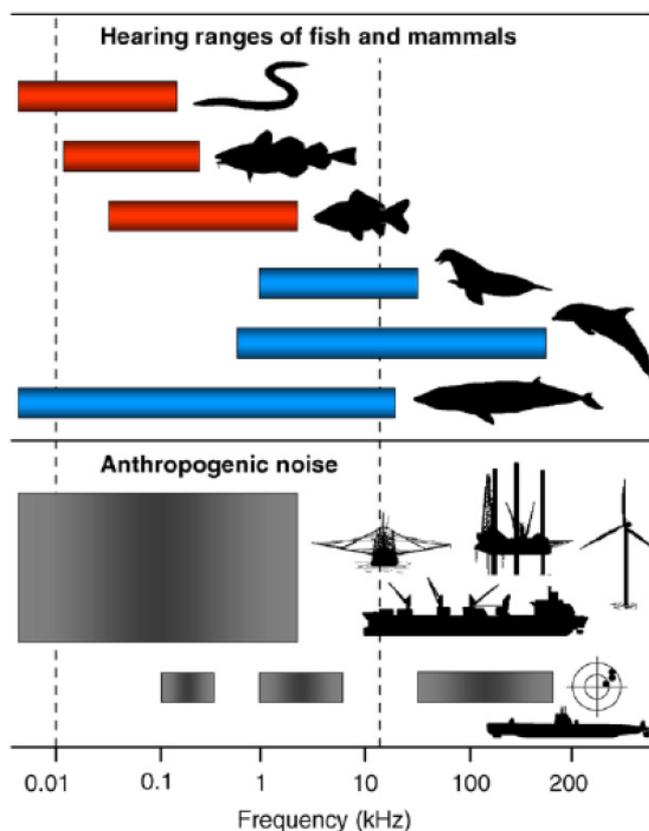


Figura 7.8: Frequenze del Rumore Antropogenico e Sensibilità di Pesci e Mammiferi (UNEP-CBD, 2012, da Slakkeborn, 2010)

Nel complesso, le risposte alle sollecitazioni causate da rumore sottomarino nei pesci possono consistere in (UNEP-CBD, 2012):

- ✓ danni ed effetti fisici;
- ✓ disturbi comportamentali;
- ✓ mascheramento.

I disturbi di tipo fisico possono essere legati alla diminuzione della sensibilità acustica (orecchio interno e linea laterale), ai danni alla vescica natatoria e a embolie per effetto dell'esposizione a rumori di elevata intensità. Disturbi temporanei all'udito sono stati rilevati ad esempio a seguito dell'esposizione prolungata a rumori registrati di traghetti o piccole imbarcazioni; la perdita in sensibilità sembra correlata all'intensità dei rumori in relazione alla soglia di sensibilità a tale frequenza. A frequenze cui i pesci presentano maggiore sensibilità risulta maggiore il disturbo causato da rumori costanti di tipo bianco, su banda larga.

Alcuni studi sulle uova e sulle larve di pesci marini hanno riscontrato una riduzione nella vitalità delle uova, un aumento della mortalità embrionale o una diminuzione nella crescita larvale quando esposti a livelli sonori di 120 dB re 1 μ Pa. Anche le larve di rombo hanno subito danni alle cellule cerebrali ed ai neuromasti della linea laterale. Si pensa che i neuromasti abbiano un ruolo rilevante nelle reazioni di fuga in molte specie di larve e quindi nell'evitare i predatori.

Nel caso dei disturbi comportamentali occorre evidenziare che le risposte dei pesci marini possono risultare estremamente varie (allontanamento, immersione, variazioni del comportamento di aggregazione), fino a non comportare impatto sull'effettivo comportamento di individui o popolazioni.

Infine, l'esposizione a rumori può causare interferenza con le comunicazioni di tipo acustico, impiegate da alcune specie di pesci, o con la percezione di prede e predatori nell'ambito marino.

Per gli altri invertebrati marini i pochi studi disponibili hanno riguardo sorgenti impulsive e non permettono di trarre conclusioni chiare.

Elevati livelli di rumore di fondo tendono ad alterare l'ambiente acustico degli invertebrati marini. Rumore antropogenico a basse frequenze può mascherare la comunicazione dei crostacei, ad esempio. Il mascheramento di importanti segnali acustici usati dagli invertebrati durante l'orientamento larvale e l'insediamento può, altresì, essere un fattore in aree costiere e può portare a comportamenti disadattativi che riducono il successo di reclutamento. Cambiamenti fisiologici più sottili possono presentarsi in ambienti rumorosi (maggiore stress): il gambero grigio ad esempio, esposto a rumore di fondo crescente per circa 3 mesi, ha mostrato una riduzione significativa della crescita e del tasso riproduttivo. I gamberi si sono dimostrati anche più aggressivi con una maggiore mortalità e riduzione nel nutrimento. Tali sintomi, nei vertebrati, sono invece spesso associati allo stress.

7.6.3.2.2 Stima Complessiva dell'Impatto

Come già evidenziato al precedente Paragrafo 7.6.3.1.2, la variazione nel numero di accosti per le SSLNGC non comporterà l'introduzione di nuove sorgenti sonore sottomarine rispetto all'assetto già autorizzato, ma una maggiore frequenza di tale contributo, legata al maggior numero di giorni/anno in cui il Terminale svolgerà servizio di Small Scale (potenzialmente ogni 3 giorni circa).

Tenendo conto di quanto sopra e delle misure sul rumore effettuate nel mese di Settembre 2020 durante tutte le fasi di allibo di una metaniera da 170,000 m³ (si veda il precedente Paragrafo 6.5.4.2), ritenute cautelative in considerazione dell'elevato numero di mezzi navali operativi rispetto alle attività previste per il servizio di Small-Scale e in considerazione della taglia dei mezzi coinvolti e del fatto che questi saranno di ultima generazione (si veda quanto riportato nel precedente Paragrafo 7.6.3.1.2) nel seguito sono identificati i ranking della sensitività di risorsa e ricettori e della magnitudo dell'impatto.

Per quanto riguarda la sensitività dei ricettori:

- ✓ il parametro relativo al valore/importanza è valutato come medio/basso. La potenziale presenza della *Caretta caretta* nell'area di interesse, specie di interesse comunitario, difatti "alza" il valore/importanza del recettore. L'area del Terminale non presenta altrimenti altre caratteristiche di rilievo;
- ✓ il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come basso in quanto la fauna potenzialmente interessata ha la capacità di allontanarsi nel caso di situazioni di stress o disagio, considerando che il maggior contributo sonoro sarà dato da un insieme di sorgenti comunque fisse e localizzate in corrispondenza del Terminale.

Il ranking relativo alla sensitività di risorsa e ricettori risulta pertanto Basso.

Con riferimento alla magnitudo:

- ✓ l'entità dell'impatto è valutata come bassa (valore 2), in considerazione del fatto che le emissioni sonore attese, sulla base delle misurazioni effettuate nel Settembre 2020, risultano comunque contenute e del tutto paragonabili a quelle di una nave in movimento;
- ✓ l'impatto sarà immediatamente reversibile nel breve termine (valore 1) in quanto si assume che al termine delle attività del Terminale (temine delle emissioni sonore) si abbia un ripristino delle condizioni ante-operam nell'arco di pochi giorni;
- ✓ la durata del fattore perturbativo sarà lunga, in quanto legata alla vita utile del Terminale (> di 5 anni) (valore 4);
- ✓ la scala spaziale dell'impatto è limitatamente estesa, in quanto a circa 140 m dalla sorgente si stima che il contributo emissivo sia già inferiore a 115 dB re 1 µPa (entro 1 km) (valore 1);
- ✓ la frequenza del fattore perturbativo sarà su base discontinua, regolare e di media entità (valore 3);
- ✓ il segno dell'impatto sarà negativo.

Il ranking relativo alla magnitudo dell'impatto risulta pertanto basso (valore complessivo pari a 11).

Pertanto, la significatività complessiva dell'impatto è valutata come **Basso**.

7.7 ECOSISTEMI ANTROPICI

7.7.1 Interazioni tra il Progetto e e il Fattore Ambientale

Le interazioni tra il progetto e il fattore ambientale Ecosistemi Antropici possono essere valutate in:

- ✓ interferenze con il traffico marittimo;
- ✓ interferenze con le attività di pesca.

Sulla base dei dati progettuali e delle interazioni con l'ambiente descritte al precedente Paragrafo 5.3, la valutazione qualitativa delle potenziali incidenze delle azioni di progetto sul fattore ambientale in esame è riassunta nella seguente tabella.

Tabella 7.30: Ecosistemi Antropici, Potenziale Incidenza delle Azioni di Progetto

Azione di Progetto	Potenziale Incidenza	
	Non Significativa	Oggetto di Successiva Valutazione
Traffico indotto (Traffico marittimo)		X
Traffico indotto (Attività di Pesca)	X	

Si è ritenuto di escludere da ulteriori valutazioni le azioni di progetto per le quali la potenziale incidenza sulla componente è stata ritenuta, fin dalla fase di valutazione preliminare, non significativa. In particolare, si è ritenuto di poter escludere le potenziali interferenze con le attività di pesca legate al traffico indotto, in quanto nell'area del Terminale è vigente una zona di interdizione alla navigazione (Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno) che impedisce lo svolgimento di attività di pesca entro un raggio di 4 miglia nautiche. Si ritiene pertanto che le attività correlate al progetto di incremento del servizio SSLNG non portino alcuna interferenza significativa sulle attività di pesca.

Nel successivo paragrafo sono descritti gli eventuali elementi di sensibilità e sono identificati i recettori potenzialmente impattati dalle attività a progetto. La valutazione degli impatti ambientali è riportata al Paragrafo 7.7.3.

7.7.2 Elementi di Sensibilità e Potenziali Ricettori

Nel presente paragrafo, sulla base di quanto riportato in precedenza sono riassunti gli elementi di interesse della componente e sono individuati i recettori potenzialmente impattati delle attività a progetto:

- ✓ Porto di Livorno (circa 26 km di distanza);
- ✓ Principali corridoi di traffico dell'area:
 - Corridoio 1: traffico Livorno-La Spezia/Marina di Massa,
 - Corridoio 2: traffico Genova/Savona-Salerno/Taranto,
 - Corridoio 3: traffico Livorno-Genova/Savona e Livorno-Francia/Spagna,
 - Corridoio 4: traffico Livorno-Corsica/Sardegna/Sicilia/Civitavecchia/Napoli,
 - Corridoio 5: traffico La Spezia-Cagliari/Gioia Tauro/Napoli.

7.7.3 Valutazione degli Impatti e Identificazione delle Misure di Mitigazione

7.7.3.1 Impatto sul Traffico Marittimo per Incremento del Traffico legato al Servizio SSLNG

La nuova configurazione di esercizio proposta comporterà un potenziale incremento del traffico marittimo legato all'aumento nel numero di metaniere di piccola taglia (SSLNGC), per un massimo di No. 122 all'anno.

In particolare, dall'analisi del traffico navale riportata al precedente Paragrafo 6.6.1.2 è emerso che:

- ✓ il traffico navale da e per la FSRU Toscana transita attraverso il Corridoio 3 in uscita/entrata dal porto di Livorno e attraverso il Corridoio 1, in direzione Nord/Sud. Le interazioni del traffico relativo all'installazione offshore con gli altri corridoi di rotte commerciali sono trascurabili;
- ✓ il Corridoio 3 conta circa 3,500 passaggi/anno e meno del 5% di tali passaggi è rappresentato da traffico connesso alla FSRU Toscana; il contributo legato all'installazione offshore è quindi trascurabile. L'incremento del numero di navi per il servizio Small-Scale potrà comportare un aumento della suddetta percentuale poco superiore al 3%, ritenuto del tutto trascurabile e non incidente sul traffico esistente;
- ✓ il Corridoio 1 è caratterizzato da un numero totale di 1,387 passaggi (circa 4 al giorno); l'incidenza percentuale del traffico legato alla FSRU si attesta a circa il 10%. Considerando l'aumento del traffico dovuto al servizio Small-Scale, tale percentuale potrà subire un aumento fino ad un ulteriore 9% rispetto agli attuali passaggi,

con un contributo giornaliero che può essere valutato, ad ogni modo, del tutto trascurabile (0.3 passaggi addizionali al giorno). Peraltro, tale corridoio non coinvolge la navigazione in spazi ristretti.

In termini generali si evidenzia che l'area antistante il porto di Livorno risulta caratterizzata da un traffico annuale che ammonta a quasi 22,000 transiti. Il contributo del servizio Small-Scale potrà pertanto comportare un incremento dell'ordine dello 0.55% rispetto a tali volumi di traffico, o, se confrontato con i soli Corridoi 1 e 3, pari a circa il 2.5%.

7.7.3.1.1 Stima dell'Impatto Potenziale

Sulla base di quanto sopra riportato, di seguito si riporta la stima del potenziale impatto sul traffico navale dell'area interessata dal Terminale FSRU Toscana.

Nel seguito sono identificati i ranking della sensitività di risorsa e ricettori e della magnitudo dell'impatto.

Per quanto riguarda la sensitività di risorsa e ricettori:

- ✓ il parametro relativo al valore/importanza è valutato come medio, in quanto il porto di Livorno rappresenta un porto considerato strategico nel Mediterraneo orientale. L'area di localizzazione del Terminale è inoltre inserita tra alcuni importanti corridoi di navigazione del Mar Tirreno Settentrionale;
- ✓ il parametro relativo alla vulnerabilità è valutato come basso in quanto il traffico navale indotto dall'esercizio del Terminale andrà ad inserirsi all'interno dei principali corridoi di navigazione esistenti, già caratterizzati da importanti volumi di traffico e in grado di assorbire facilmente l'incremento proposto, anche in virtù del fatto che tale incremento sarà relativo alla frequenza di passaggio delle metaniere di piccola taglia e non alla presenza contemporanea delle stesse (si ricorda che il Terminale può ricevere una sola metaniera per volta). Si ricorda inoltre che l'Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno, stabilisce il divieto assoluto alla navigazione ai mezzi non autorizzati in un raggio di 2 miglia nautiche dal Terminale ed il divieto di qualsiasi attività, fatto salvo il passaggio in transito a velocità ridotta (non superiore ai 10 nodi), in un raggio compreso tra le 2 e le 4 miglia nautiche dal Terminale.

Il ranking relativo alla sensitività di risorsa e ricettori risulta pertanto basso.

Con riferimento alla magnitudo:

- ✓ l'entità dell'impatto è valutata come bassa, in quanto l'incremento della frequenza di arrivi di SSLNGC rappresenta una percentuale di incremento contenuta (circa il 2.5% rispetto ai transiti dei Corridoi 1 e 3 e circa lo 0.55% dell'intero traffico marittimo antistante il Porto di Livorno) rispetto ai livelli attualmente autorizzati, ma pur sempre misurabili (valore 2);
- ✓ l'impatto sarà immediatamente reversibile (valore 1) in quanto si assume che al termine della vita utile del Terminale, il traffico marittimo indotto cesserà di insistere lungo le rotte sopra indicate;
- ✓ la durata del fattore perturbativo sarà lunga, in quanto legata alla vita utile del Terminale (> di 5 anni) (valore 4);
- ✓ la scala spaziale dell'impatto è limitatamente estesa (1-5 km), in quanto non appena uscite dalla zona di interdizione totale prevista intorno al Terminale (2 miglia nautiche pari a circa 3.7 km), di cui all'Ordinanza No. 137/2013 della Capitaneria di Porto di Livorno, le metaniere provenienti dal Terminale si inseriscono nei principali corridoi di navigazione già caratterizzati da importanti traffici e all'interno dei quali il contributo legato al progetto in esame risulta di lieve entità (circa il 2.5% rispetto al traffico presente nei Corridoi 1 e 3 e circa lo 0.55% rispetto al traffico totale antistante il Porto di Livorno) (valore 2);
- ✓ la frequenza del fattore perturbativo sarà su base discontinua, regolare e di media entità (valore 3);
- ✓ il segno dell'impatto sarà negativo.

Il ranking relativo alla magnitudo dell'impatto risulta pertanto basso (valore complessivo pari a 12).

Pertanto, la significatività complessiva dell'impatto è valutata come **Bassa**.

7.8 EFFETTI CUMULATIVI CON ALTRE INIZIATIVE PRESENTI NELL'AREA

Il Terminale, come detto, è ubicato in mare aperto, a oltre 22 km dalla costa toscana. Non è stata rilevata la presenza di altre iniziative nell'area, né sono stati rilevati progetti in mare, in un raggio di 40 km dal Terminale, che possano comportare effetti cumulabili con gli effetti derivanti dall'esercizio del Terminale nella configurazione proposta.

8 VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI

8.1 GESTIONE DEI RISCHI ASSOCIATI A EVENTI INCIDENTALI

Nel presente paragrafo è riportata una sintesi delle analisi condotte al fine di verificare il non aggravio di rischio a seguito dell'aggiunta del nuovo servizio SSLNG ed il conseguente potenziale impatto in termini di aumento del rischio di incidenti rilevanti ai sensi del D. Lgs 105/15 e sono descritte le misure di prevenzione e di sicurezza adottate in generale sul Terminale.

8.1.1 Rischi Associati a Gravi Eventi Incidentali

Dati i quantitativi massimi di sostanze pericolose presenti a bordo (GNL, Propano e MGO), il Terminale è soggetto all'applicazione del D.Lgs 105/2015.

Con riferimento agli adempimenti derivanti dal sopracitato Decreto, l'impianto è autorizzato ad operare a seguito dell'ottenimento delle autorizzazioni richiamate di seguito:

- ✓ Nulla Osta di Fattibilità del Comitato Tecnico Regionale della Toscana (di seguito CTR), ai sensi della Legge No. 334/99 del 5 Novembre 2003;
- ✓ Parere Tecnico conclusivo Rapporto di Sicurezza del CTR, Doc. Prot. No. 0021396 del 12 Dicembre 2012, emesso a seguito del parere positivo della Commissione di esperti internazionale riunitasi durante la fase istruttoria;
- ✓ Dichiarazione di non aggravio di rischio per l'utilizzo di navi metaniere con capacità di trasporto di GNL superiore a 138,000 m³ e fino a 155,000 m³: in data 29 Gennaio 2014 il CTR, con lettera Prot. U.0001512, ha preso atto della "Dichiarazione di non aggravio" presentata da OLT ai sensi dell'art. 2 comma 1 del D.M. 9 Agosto 2000, per l'utilizzo delle navi metaniere fino a 155,000 m³ mantenendo la capacità massima di rigassificazione autorizzata pari a 3.75 miliardi di m³/anno;
- ✓ Verifica di ottemperanza alle prescrizioni del Parere Tecnico Conclusivo, approvato il 12 Dicembre del 2012 con Parere Tecnico Conclusivo prot. 21396: in data 2 Aprile 2014, il CTR ha emesso parere positivo circa l'avvenuta implementazione di tutte le prescrizioni con Nota Prot. 5601;
- ✓ Dichiarazione di non aggravio di rischio per l'utilizzo di navi metaniere con capacità di trasporto di GNL superiore a 155,000 m³: in data 26 Giugno 2015 il CTR, con lettera prot. u.0012505, ha preso atto della "dichiarazione di non aggravio" presentata da OLT in data 17 Marzo 2015 ai sensi dell'art. 2 comma 1 del D.M. 9 Agosto 2000, autorizzando l'incremento della capacità di carico delle navi approvvigionatrici fino ad un valore non superiore a 200,000 m³, ferma restando la capacità massima di rigassificazione annua autorizzata pari a 3.75 miliardi di standard m³.
- ✓ Dichiarazione di non aggravio del preesistente livello di rischio relativa all'implementazione del servizio Small Scale LNG (SSLNG), acquisita dal CTR con Nota Prot. No. 11767 del 15 Maggio 2019.

Di seguito è riportata una sintesi dello studio commissionato da OLT a RAMSE al fine di verificare il non aggravio di rischio a seguito dell'incremento del numero di navi per il nuovo servizio SSLNG ed il conseguente potenziale impatto in termini di aumento del rischio di incidenti rilevanti, ai sensi del D. Lgs 105/15 (RAMSE, 2021).

L'analisi di rischio è stata effettuata con riferimento alla modifica relativa al servizio Small-Scale, ed i nuovi scenari incidentali individuati sono stati confrontati con quelli riportati nel documento di "Rapporto di Sicurezza dello Stabilimento" inviato all'autorità nel 2016 – RDS 2016.

Come ultimo passo, il non aggravio del livello di rischio è stato esaminato ai sensi dell'Art. 18 e dell'Allegato D del Decreto Legislativo 105/15.

A valle di questo studio, RAMSE ha determinato che l'aggiunta del servizio Small-Scale non comporta nessun aggravio del preesistente livello di rischio per il Terminale.

Le seguenti risultanze sono riportate in merito alla modifica dovuta all'introduzione di tale servizio:

- ✓ Non comporta variazione del quantitativo delle sostanze pericolose presenti in Stabilimento (la piccola nave metaniera "SSLNGC" si presenta al travaso presso il Terminale scarica), né l'introduzione di nuove sostanze pericolose.
- ✓ Non comporta cambio di destinazione di serbatoi di liquidi infiammabili rientranti nelle categorie P5a, P5b, P5c.

- ✓ Non comporta il cambio di destinazione di un serbatoio di stoccaggio di sostanze pericolose o preparati pericolosi nell'ambito della stessa classe o di classe di pericolosità inferiore.
- ✓ Non comporta l'introduzione di nuove tipologie o modalità di accadimento, di incidenti ipotizzabili che risultano più gravose per verosimiglianza (classe di probabilità di accadimento) e/o per distanze di danno associate con conseguente ripercussione sulle azioni di emergenza esterna e/o sull'informazione alla popolazione e/o comportanti la modifica delle classi di compatibilità territoriale esterne allo Stabilimento.
- ✓ Non comporta lo smantellamento o la riduzione di funzionalità o della capacità di stoccaggio di apparecchiature e/o di sistemi ausiliari o di sicurezza critici. La modifica non coinvolge apparecchiature o sistemi valutati critici per la sicurezza nel Rapporto di Sicurezza di Stabilimento.

Nello studio di RAMSE tutti gli scenari incidentali individuati per la modifica ("Jet Fire", "Pool Fire", "Flash Fire" e UVCE) sono già conseguenza di eventi iniziatori attualmente presenti e valutati nel Rapporto di Sicurezza di Stabilimento.

È stato effettuato il confronto tra l'evento iniziatore EIR 1b - "Rilascio di GNL durante trasferimento Small Scale" (che viene ad aggiungersi come conseguenza della modifica) e l'evento iniziatore EIR 1 - "Rilascio di GNL dai bracci di carico" (già presente nel Rapporto di Sicurezza di Stabilimento), scelto per riferimento in quanto sono eventi che entrambi possono svilupparsi durante operazioni di trasferimento di GNL.

Le analisi condotte hanno evidenziato quanto segue:

- ✓ relativamente alle frequenze attese, il rapporto sottolinea che le frequenze per gli scenari della modifica sono in tutti i casi ("Jet Fire", "Pool Fire", "Flash Fire", UVCE) inferiori rispetto a quelle previste per gli scenari che possono derivare dall'EIR1;
- ✓ con riferimento all'analisi delle conseguenze il confronto tra i due scenari rileva una situazione sostanzialmente comparabile sebbene in generale l'EIR 1b presenti distanze di impatto ridotte rispetto all'EIR 1.

Si evidenzia inoltre che il rischio associato allo scenario incidentale ipotizzabile per la modifica risulta nettamente inferiore ad altri scenari già individuati per il Terminale (ad esempio EIR 4, sempre riferito ad uno scenario di GNL, che presenta distanze di danno e frequenze significativamente superiore all'EIR 1b).

Infine, si segnala che gli scenari incidentali che si potrebbero verificare a seguito della modifica rimarrebbero ampiamente all'interno della zona di interdizione alla navigazione di 2 miglia nautiche (3.7 km) intorno al Terminale, senza attendersi pertanto alcun danno a persone o installazioni estranee alle attività del Terminale stesso.

8.1.2 Gestione dei Rischi

Di seguito sono riportate le misure di prevenzione e di sicurezza adottate sul Terminale, che possono dividersi in misure di tipo impiantistico e misure operative.

8.1.2.1 Misure Impiantistiche

I criteri di progettazione e di costruzione delle apparecchiature e degli impianti sono essenzialmente rivolti alla eliminazione della possibilità di rilasci all'esterno.

Pertanto, i serbatoi, le tubazioni, le pompe, le valvole, i sistemi operativi in generale sono realizzati seguendo specifici standard che tengono conto del materiale da impiegare e della resistenza nelle condizioni più gravose di esercizio con particolare riferimento ai sistemi di accoppiamento e collegamento fra tubazioni e apparecchiature. Le precauzioni principali sono:

- ✓ Progettazione dei serbatoi di stoccaggio di GNL che prevedono un doppio contenimento per evitare sversamenti e prevenire fenomeni di "rollover" (serbatoi sferici di tipo MOSS);
- ✓ Ricircolo di GNL all'interno dei serbatoi di stoccaggio per un più corretto controllo della temperatura e della densità degli stoccaggi;
- ✓ Sistemi di relief e blowdown (cold vent, propane vent, e vent mast dei serbatoi) in grado di scaricare eventuali sovrappressioni senza produrre la rottura dei componenti;
- ✓ Sistemi di raccolta e convogliamento dei liquidi eventualmente rilasciati all'esterno dell'apparecchiatura;
- ✓ Inertizzazione dei bracci di carico dopo il completamento della fase di carico;

A tali sistemi si affiancano tutti gli apprestamenti atti a mitigare l'evoluzione di eventuali incidenti che permettono di limitare i danni e prevenire eventuali effetti domino, tra cui si riscontrano in particolare:

- ✓ Sistemi di fire, gas e cold detection, sistemi di emergency shut down sul processo, sulla condotta (SSIV) ed anche sui bracci di carico;
- ✓ Sistemi di progettazione termica dei serbatoi sul lato top side ed in prossimità della zona di carico;
- ✓ Sistemi antincendio (spegnimento e raffreddamento).

8.1.2.2 Misure Operative

La prevenzione degli incidenti sul Terminale è principalmente basata sull'attuazione del Sistema di Gestione e Sicurezza, messo a punto integrando gli aspetti navali a quelli di processo.

Particolare attenzione è dedicata al monitoraggio dei sistemi di processo, al controllo della navigazione nell'area circostante il Terminale, all'attuazione dell'adeguata politica ispettiva e di manutenzione preventiva, nonché alle misure da adottare per la mitigazione degli stessi incidenti (Piano di emergenza interno).

9 PROPOSTA DI PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In ottemperanza a quanto previsto dal Decreto VIA No. 1256 del 15 Dicembre 2004 e dalla Prescrizione No. 7 del Provvedimento Prot. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010, si continueranno ad effettuare i monitoraggi già previsti sul Terminale, per le seguenti componenti:

- ✓ Emissioni atmosferiche;
- ✓ Emissioni in acqua;
- ✓ Rifiuti.

Inoltre, sarà proseguito il programma di monitoraggio dell'ambiente marino previsto dal Piano di Monitoraggio Marino approvato da parte del MATTM con Determinazione No. 11592 del 15 Maggio 2012:

- ✓ Acque marine:
 - Profili idrologici,
 - Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche,
 - Plancton (Fitoplancton e Zooplancton);
- ✓ Sedimenti:
 - Caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche (analisi granulometriche, analisi chimiche e analisi microbiologiche),
 - Stato ecotossicologico;
- ✓ Caratterizzazione biocenotica:
 - Macrozoobenthos,
 - Meiozoobenthos,
 - Bioaccumulo,
 - Biomarkers,
 - Cetacei e tartarughe marine (avvistamenti, livelli di rumore acustico subacqueo).

Si evidenzia che in merito al programma di monitoraggio dell'ambiente marino, OLT Offshore ha recentemente presentato alle Autorità Competenti una proposta di aggiornamento del Piano di Monitoraggio dell'Ambiente Marino ai sensi della Prescrizione No. 7 del Provvedimento di cui al Prot. DVA-2010-0025280 del 20 Ottobre 2010 (Doc. No. P0022951-1-H1, Rev.0, Gennaio 2021). Tale revisione del Piano contiene, oltre a miglioramenti e modifiche proposte sulla base dei risultati ottenuti nei sei anni di monitoraggio intercorsi, anche la proposta di modifica del piano di monitoraggio del rumore sottomarino, redatto tenendo di conto della prescrizione al V anno (Prescrizione del Parere CTVA No. 3398 del 8 Maggio 2020 (ID_VIP: 4606) ottenuta per il V anno di monitoraggio dell'ambiente marino) ed alla Prescrizione No. 4 del Parere CTVA No. 3216 del 6 Dicembre 2019 (ID VIP 4570) dell'assoggettabilità alla VIA per il servizio di Small Scale secondo la quale *"entro 6 mesi dalla notifica del presente atto in accordo con Ispra e la Capitaneria di Porto nel rispetto delle condizioni di sicurezza, dovrà essere presentato un piano di monitoraggio del Rumore in mare durante gli allibi al Terminale di tutte le varie tipologie di navi utilizzate."*

Nel piano di monitoraggio del rumore durante la fase di allibo sono stati inclusi i monitoraggi delle navi metaniere e delle navi Small Scale in modo da coprire ogni tipologia di nave in arrivo al Terminale.

Per i dettagli del monitoraggio si rimanda alla documentazione inviata da OLT all'Autorità.

Infine, al fine di ridurre ogni potenziale impatto sui cetacei e sulle tartarughe marine (in particolare legati a possibili eventi di collisioni o al disturbo da emissioni sonore sottomarine), si evidenzia che OLT propone di implementare un monitoraggio visivo dalla nave guardiana, da effettuarsi nelle ore diurne e in particolare preventivamente ad ogni accosto di navi metaniere o di navi SSLNGC.

Come precedentemente accennato, in caso di avvistamenti dei cetacei, l'equipaggio dell'LNG Guardian effettuerà la compilazione della scheda cetacei dell'Istituto idrografico della Marina, comunicando allo stesso Istituto l'eventuale avvistamento e coordinandosi, attraverso il Terminale, con le navi in arrivo e partenza dal Terminale.

In caso di avvicinamento verso il Terminale, alle distanze rispettivamente di 300 m per i Tursiopi (e altri cetacei sensibili alle medie frequenze) e di circa 1 km per i cetacei sensibili alle basse frequenze (valori cautelativi di distanza, alle quali i cetacei mostrano le prime risposte comportamentali, stabiliti a partire dalle misure del rumore effettuate durante l'allibo del 2020 ed inviate all'autorità per l'ottemperanza alla prescrizione del quinto anno di monitoraggio del piano di monitoraggio dell'ambiente marino – Paragrafo 6.5.4.2) ed in caso di disorientamento

degli individui verranno posticipate le operazioni di allibo. Si evidenzia infatti l'importanza di fermare l'operazione di allibo prima dell'inizio delle operazioni in quanto l'aborto della manovra già iniziata porterebbe, oltre ad un aumento del rumore, anche a problematiche di sicurezza.

REFERENZE

- ARPAT, 2020. L'attività di ARPAT nel monitoraggio dei cetacei, delle tartarughe e dei grandi pesci cartilaginei Anno 2019
- Bianchi C. N., Ceppodomo I., Cocito S., Aliani S., Cataneo-Vietti R., Morri C. (1993) - Benthos dei mari toscani. III: La Spezia Livorno (Crociera ENEA 1987). In: Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico. ENEA Serie Studi Ambientali 317-337.
- Camera di Commercio Grosseto, 2015. Marchio Collettivo "Costa Toscana" - Mappatura delle Esperienze e Analisi del Settore e della Filiera Ittica in Toscana. Programma FEP, Asse 4 "Sviluppo Sostenibile nelle Zone di Pesca" – Azione PSL 1.1 e 1.3
- CIBRA - Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali, 2010, "Gli effetti del rumore subacqueo sui mammiferi marini", Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Biologia Animale, CIBRA, Sito Web: http://www-1.unipv.it/cibra/edu_noise_uk.html
- De Biasi A.M., Pulcini M., Virno-Lamberti C., De Ranieri S. (1997) - Structural and functional aspects of a marine soft bottom community. *Atti Ass. Ital. Oceanol. Limnol.*, 12: 415-425.
- De Biasi A.M. (1999) - Biologia delle Secche della Meloria: caratterizzazione bionomica lungo tre transetti pilota. *Biol. Mar. Medit.*, 6 (1): 372-375.
- ISPRA, 2012, "Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani", ISPRA, a cura di Silvia Bertolini, Junio Fabrizio Borsani, Salvatore Curcuruto, Luca De Rinaldis, Cristina Farchi
- Lindstad e., Eskeland G. S., Rialland A., Valland A., 2020. Decarbonization Maritime Transport: The importance of Engine Technology and Regulations for LNG to Serve as a Transition Fuel. *Sustainability* 2020, 12, 8793; doi:10.3390/su12218793.
- Lloyd's Register (1995): Marine Exhaust Emissions Research Programme. Lloyd's Register Engineering Services, London.
- OLT 2020. Valutazione del rumore sottomarino durante le fasi di allibo di una metaniera al Terminale FSRU Toscana - Allibo Settembre 2020. Report per ottemperanza alla prescrizione emendata durante l'ottemperanza al 5° anno di monitoraggio dell'ambiente marino (Decreto No. 188 del 25 Giugno 2020), redatto dal Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata (CIBM)
- Roussel E., 2002, "Disturbance to Mediterranean Cetaceans Caused by Noise. Cetaceans of Mediterranean and Black Seas: State of Knowledge and Conservation Strategies" (Section 13).
- Simmonds M., Dolman S., Weilgart L., 2004, "Oceans of Noise". WDCS Science Report
- SNPA. (2020). Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale. ISBN 978-88-448-0995-9.
- Southall B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas, & P.L. Tyack, 2007, "Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations", *Aquatic Mammals*, Volume 33, Number 4, 2007 ISSN 0167-5427.
- UNEP-CBD, 2012, "Scientific Synthesis on the Impacts of Underwater Noise on Marine and Coastal Biodiversity and Habitats" (UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/12 12 March 2012).
- WMO. (2020). THE GLOBAL CLIMATE IN 2015-2019.



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.