

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 1 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

# TERMINALE PORTO TORRES

## Studio Modellistico Ricadute in Atmosfera (Esercizio)

00	Emissione finale per Enti	V. Leone R. Roberto	L. Volpi	M. Compagnino	Agosto 2024
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 2 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>12</b>
1.1	Inquadramento generale	12
1.1.1	Terminale di Porto Torres	14
1.1.2	Opere Connesse	15
1.2	Scopo e contenuti del documento	16
<b>2</b>	<b>SINTESI DEI PRINCIPALI ASPETTI PROGETTUALI</b>	<b>17</b>
2.1	Descrizione Generale del Progetto	17
2.2	Emissioni in atmosfera	21
2.2.1	Emissioni della FSRU in condizioni di normale esercizio	22
2.2.2	Emissioni da traffico navale indotto	24
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL TERRITORIO</b>	<b>30</b>
3.1	Inquadramento territoriale, individuazione dell'area di studio e dei ricettori sensibili	30
3.2	Descrizione del contesto industriale di riferimento	34
3.2.1	Area Industriale di Porto Torres	34
3.2.2	Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Porto Torres	36
3.2.3	Sintesi della Storia produttiva del SIN	37
3.2.4	Descrizione del Porto di Porto Torres	37
3.3	Stato di qualità dell'aria	40
3.3.1	Normativa di riferimento	40
3.3.2	Rete di Monitoraggio ARPAS	44
3.3.3	Altre reti di monitoraggio	51
3.4	Caratterizzazione Meteo-Climatica	54
3.4.1	Regime Termometrico e Pluviometrico	54
3.4.2	Regime Anemometrico	57
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ MODELLISTICHE</b>	<b>58</b>
4.1	Descrizione del Modello CALPUFF	58

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 3 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

4.2	Ipotesi Modellistiche (Dati di Input)	62
4.2.1	Caratteristiche Meteorologiche e Meteo-Diffusive	62
4.2.1.1	Elaborazione dei dati meteorologici	65
4.2.2	Sorgenti Emissive	72
4.2.3	Identificazione dei Recettori Discreti	73
4.3	Scenari Emissivi Simulati	73
4.3.1	Scenario Emissivo S1 – Massime ricadute medie annue	76
4.3.2	Scenario Emissivo S2 - Massime ricadute medie orarie e giornaliere	77
4.3.3	Scenario Emissivo S3 – Ricadute medie orarie, giornaliere e annue associate all’esercizio della FSRU	78
4.3.4	Scenario Emissivo S4 – Ricadute medie orarie, giornaliere e annue associate all’esercizio della FSRU con presenza delle metaniere da 30.000 m <sup>3</sup> e da 7.500 m <sup>3</sup> .	78
4.3.5	Scenario Emissivo S5 – Variabilità stagionale delle ricadute	79
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI</b>	<b>80</b>
5.1	Premessa	80
5.2	Scenario S1	80
5.2.1	Ossidi di Azoto (NOX)	80
5.2.2	Particolato atmosferico PM10	83
5.2.3	Particolato atmosferico PM2,5	85
5.2.4	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	87
5.2.5	Simulazioni per Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB	89
5.2.5.1	Stima delle concentrazioni medie annue in atmosfera	90
5.2.5.2	Stima delle deposizioni al suolo per alcuni metalli rappresentativi, PCDD/F e Benzo(a)pirene	99
5.3	Scenario S2	100
5.3.1	Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	100
5.3.2	Particolato atmosferico (PM10)	104

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 4 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

5.3.3	Particolato atmosferico (PM <sub>2,5</sub> )	107
5.3.4	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	108
5.3.5	Monossido di Carbonio (CO)	112
5.4	Scenario S3	115
5.4.1	Ossidi di Azoto (NO <sub>x</sub> )	115
5.4.2	Particolato atmosferico PM <sub>10</sub>	120
5.4.3	Particolato atmosferico PM <sub>2,5</sub>	125
5.4.4	Formaldeide	128
5.4.5	Monossido di carbonio (CO)	131
5.5	Scenario S4	133
5.5.1	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	133
5.5.2	Monossido di carbonio (CO)	138
5.6	Scenario S5	140
5.7	Sovrapposizione ai livelli di qualità dell'aria preesistenti e confronto con il contributo di altre attività industriali	142
5.7.1	Sovrapposizione delle massime ricadute ai valori di background monitorati dalle centraline	142
5.7.2	Confronto dell'iniziativa con il contributo di altre realtà industriali presenti nell'area	143
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>149</b>
<b>7</b>	<b>REFERENZE</b>	<b>153</b>
<b>8</b>	<b>SITI WEB CONSULTATI</b>	<b>154</b>

**Appendice A: Mappe delle ricadute Senario S1**

**Appendice B: Mappe delle ricadute Senario S2**

**Appendice C: Mappe delle ricadute Senario S3**

**Appendice D: Mappe delle ricadute Senario S4**

**Appendice E: Mappe delle ricadute Senario S5**

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 5 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1: Caratteristiche e Dati Emissivi del Motore marino di bordo .....	22
Tabella 2.2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 130.000 mc .....	24
Tabella 2.3: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 30.000 mc .....	25
Tabella 2.4: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 7.500 mc .....	25
Tabella 2.5: Speciazione media IPA nei mezzi navali Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023,) .....	28
Tabella 2.6: Caratteristiche e Dati Emissivi del singolo rimorchiatore .....	28
Tabella 3.1: Descrizione dei ricettori discreti .....	32
Tabella 3.2: Descrizione delle centraline di qualità dell'aria .....	32
Tabella 3.3: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 agosto 2010, N. 155 .....	40
Tabella 3.4: Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine .....	41
Tabella 3.5 Valori Obiettivo ex D.Lgs. 155/2010 per Benzo(a)Pirene, As, Cd e Ni .....	42
Tabella 3.6: Valori di riferimento (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli obiettivi intermedi) – WHO 2022 .....	43
Tabella 3.7: Valori limite proposti per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030 (Direttiva COM(2022) 542 final) .....	43
Tabella 3.8: Ristrutturazione rete di monitoraggio ARPAS nell'area di Porto Torres (Fonte: ARPAS) .....	45
Tabella 3.9: Parametri rilevati nelle stazioni attive nella zona di Porto Torres per il 2022 (Fonte: ARPAS - Relazione annuale sulla qualità dell'aria per l'anno 2022) .....	45
Tabella 3.10: Medie annuali di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres .....	48
Tabella 3.11: Medie annuali di biossido di azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres .....	48
Tabella 3.12: Medie annuali di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres .....	48
Tabella 3.13: Superamenti di PM10 - Area di Porto Torres .....	48
Tabella 3.14: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2019	49
Tabella 3.15: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2021	49
Tabella 3.16: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2022	49
Tabella 3.17: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2019	50

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 6 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 3.18: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2021 50	
Tabella 3.19: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2022 50	
Tabella 3.20: Medie annuali di PM2,5 (µg/m <sup>3</sup> ) - Area di Porto Torres .....	51
Tabella 3.21: Concentrazioni di SO <sub>2</sub> monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo .....	53
Tabella 3.22: Concentrazioni di NO <sub>2</sub> monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo .....	53
Tabella 3.23: Concentrazioni di particolato PM10 monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo .....	53
Tabella 3.24: Temperature e precipitazioni medie per la Stazione di Sorso - 2013.....	55
Tabella 4.1: Stazione Mareografica Nazionale di Porto Torres (Istituto Mareografico, Sito Web) .....	66
Tabella 4.2: Caratteristiche emissive delle sorgenti emmissive considerate negli scenari modellistici analizzati.....	74
Tabella 5.1: Scenario S1 Ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo .....	81
Tabella 5.2: Scenario S1 - Ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	82
Tabella 5.3: Scenario S1 – Ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> nei due siti della Rete Natura 2000.....	83
Tabella 5.4: Scenario S1 Ricadute medie annue di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo .....	84
Tabella 5.5: Scenario S1 - Ricadute medie annue di Particolato PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	84
Tabella 5.6: Scenario S1 Ricadute medie annue di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo .....	86
Tabella 5.7: Scenario S1 - Ricadute medie annue di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	86
Tabella 5.8: Scenario S1 - Ricadute medie annue di SO <sub>2</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo .....	87
Tabella 5.9: Scenario S1 – Ricadute medie annue di SO <sub>2</sub> nei due siti della Rete Natura 2000.....	88
Tabella 5.10: Scenario S1 - Ricadute medie annue di SO <sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	88

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 7 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 5.11: Senario S1 – Concentrazioni medie annue di Benzene, Metalli, IPA e PCDD/F stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo .....	90
Tabella 5.12: Scenario S1 - Ricadute medie annue di Benzene in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	92
Tabella 5.13: Scenario S1 – Ricadute medie annue di As in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	93
Tabella 5.14: Scenario S1 – Ricadute medie annue Cd in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	94
Tabella 5.15: Scenario S1 – Ricadute medie annue di Ni in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	96
Tabella 5.16: Scenario S1 – Ricadute medie annue di Pb in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	97
Tabella 5.17: Scenario S1 – Ricadute medie annue di B(a)P in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	98
Tabella 5.18: Scenario S1 – Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta al suolo stimate dal modello per Pb, Cd, Ni, As, PCDD/F e Benzo(a)pirene ....	99
Tabella 5.19: Scenario S2 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo .....	100
Tabella 5.20: Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo .....	101
Tabella 5.21: Scenario S2- 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	102
Tabella 5.22: Scenario S2- 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	103
Tabella 5.23: Scenario S2 – Scenario S2 – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo .....	104
Tabella 5.24: Scenario S2 - 90,4° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	105
Tabella 5.25: Scenario S2 - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	106
Tabella 5.26: Scenario S2 – Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo.....	107
Tabella 5.27: Scenario S2 - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	107
Tabella 5.28: Scenario S2 – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo .....	109
Tabella 5.29: Scenario S2 – 99,2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo.....	109

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 8 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 5.30: Scenario S2 – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie di SO <sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	110
Tabella 5.31: Scenario S2 – 99,2° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO <sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	111
Tabella 5.32: Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO <sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	112
Tabella 5.33: Scenario S2 – Massime ricadute di CO calcolate come media su 8 ore nel punto di massima ricaduta al suolo .....	113
Tabella 5.34: Scenario S2 – Massime ricadute su 8 consecutive di CO in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	113
Tabella 5.35: Scenario S3 – Massime ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo.....	115
Tabella 5.36: Scenario S3 – 99,8° percentile delle ricadute orarie di NO <sub>x</sub> .....	115
Tabella 5.37: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NO <sub>x</sub> ....	116
Tabella 5.38: Scenario S3 – Ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti, delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e dei siti della Rete Natura 2000.....	117
Tabella 5.39: Scenario S3 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NO <sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	118
Tabella 5.40: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NO <sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	119
Tabella 5.41: Scenario S3 – Ricadute medie annue per il PM <sub>10</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo.....	121
Tabella 5.42: Scenario S3 – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere per il PM <sub>10</sub> .....	121
Tabella 5.43: Scenario S3 – Media annua delle ricadute di PM <sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	122
Tabella 5.44: Scenario S3 – 90,4° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM <sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	123
Tabella 5.45: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM <sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	124
Tabella 5.46: Scenario S3 – Ricadute medie annue di PM <sub>2.5</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo.....	125
Tabella 5.47: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM <sub>2.5</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo .....	125
Tabella 5.48: Scenario S3 – Ricadute medie annue di PM <sub>2,5</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	126

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 9 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 5.49: Scenario S3 –99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM <sub>2,5</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria .....	127
Tabella 5.50: Scenario S2 – Massime ricadute al suolo di formaldeide riferite a una media di 30 minuti .....	129
Tabella 5.51: Scenario S2 – Massime ricadute di formaldeide in corrispondenza degli elementi sensibili e delle centraline di monitoraggio espresse come media di 30 minuti .....	129
Tabella 5.52: Scenario S3 - Ricadute medie annue di CO nel dominio di simulazione..	131
Tabella 5.53: Scenario S3 Massima media su 8 ore in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria .....	131
Tabella 5.54: Scenario S4 Ricadute medie annue di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo .....	133
Tabella 5.55: Scenario S4 - Ricadute medie annue di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	134
Tabella 5.56: Scenario S4 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx .....	135
Tabella 5.57: Scenario S4 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx....	135
Tabella 5.58: Scenario S4- 99.8° percentile delle ricadute medie orarie di NOX in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	136
Tabella 5.59: - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOX in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline .....	137
Tabella 5.60: Scenario S4 – Massime ricadute di CO calcolate come media su 8 ore.	139
Tabella 5.61: Scenario S4 – ricadute su 8 consecutive di CO in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline.....	139
Tabella 5.62: Scenario S5 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo valutato a livello stagionale .....	141
Tabella 5.63: Sovrapposizione delle ricadute medie annue al suolo ai livelli di background rappresentativi di Porto Torres (valore medio del triennio di simulazione) .....	142
Tabella 5.64: Confronto tra le ricadute medie annue nel punto di massima ricaduta al suolo associate al futuro esercizio del Terminale (Scenario S1) e gli analoghi valori di ricaduta associati all'esercizio degli impianti esistenti.....	148

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 10 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1: Corografia con Rete Energetica Sardegna Tratto Nord e ubicazione della FSRU .....	13
Figura 1.2: Stralcio ortofoto con ubicazione del progetto in area portuale .....	14
Figura 1.3: Stralcio ortofoto con Metanodotto Collegamento FSRU di Porto Torres - DN 500 (20") DP 100 bar .....	16
Figura 2.1: Punto di Emissione Motori FSRU .....	23
Figura 3.1: Ubicazione dei ricettori sensibili considerati ai fini delle analisi .....	31
Figura 3.2: Identificazione dei Siti Rete Natura 2000 più vicini all'area di progetto ....	33
Figura 3.3: Immagine satellitare del complesso industriale di Porto Torres .....	34
Figura 3.4: Assetto produttivo del SIN (da Puggioni, tesi PhD) .....	37
Figura 3.5: Ambito portuale di Porto Torres .....	38
Figura 3.6: Porto Industriale di Porto Torres (CIP Sassari) .....	39
Figura 3.7: Ubicazione stazioni di misura Porto Torres .....	46
Figura 3.8: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete di monitoraggio della Centrale EP di Fiume Santo (in rosso l'area di progetto del Terminale)	52
Figura 3.9: Stazione di Porto Torres .....	56
Figura 3.10: Dati della Temperatura dell'aria periodo 2010-2022 .....	56
Figura 4.1: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF .....	59
Figura 4.2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)	60
Figura 4.3: Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k.....	60
Figura 4.4: Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo .....	63
Figura 4.5: Ricostruzione modello digitale terreno per elaborazioni CALMET (dato SRTM 1 Arc-Second).....	64
Figura 4.6: Ricostruzione copertura suolo per elaborazioni CALMET (dato GLCC).....	64
Figura 4.7: Rose dei venti anni 2021 – 2023 prodotte dai dati del modello prognostico WRF .....	65
Figura 4.8: Foto della stazione mareografica (Fonte: stazioni (mareografico.it).....	66
Figura 4.9: Posizione delle stazioni meteorologiche e stazione mareografica di Porto Torres rispetto all'area di futura ubicazione della FSRU .....	67

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 11 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Figura 4.10: Rose dei venti anni 2021 – 2023 misurate dalla stazione meteomarina di Porto Torres.....	68
Figura 4.11: Distribuzioni delle classi di velocità del vento dei dati misurati e calcolati dal modello WRF nel triennio 2021-2023 .....	69
Figura 4.12: Ricostruzione delle rose dei venti diurna e notturna a partire dai dati WRF del triennio 2021 - 2023 .....	70
Figura 4.13: Ricostruzione delle rose dei venti su base stagionale, a partire dai dati WRF del triennio 2021 - 2023 .....	71
Figura 4.14: Ubicazione delle sorgenti emissive considerate ai fini delle valutazioni modellistiche .....	73
Figura 5.1: Confronto tra le ricadute medie annue di SO <sub>2</sub> associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1 stimate per 3 anni di simulazioni 2021-2023) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame.....	145
Figura 5.2: Confronto tra le ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame	146
Figura 5.3: Confronto tra le ricadute medie annue di PM <sub>10</sub> associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame.....	147

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 12 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Inquadramento generale

La Società Snam Rete Gas (“SRG”), società soggetta all’attività di direzione e coordinamento di Snam S.p.A. (“Snam”), una delle principali società di infrastrutture energetiche e principale TSO (Transport System Operator - gestore del sistema di trasporto gas) in ambito europeo, intende allestire nel porto industriale di Porto Torres un terminale di rigassificazione su un mezzo navale permanentemente ormeggiato (“Terminale”) per consentire lo stoccaggio e la vaporizzazione di gas naturale liquefatto (GNL) per il suo trasferimento nella rete di trasporto di gas naturale a terra che sarà realizzata da Enura S.p.A., società soggetta anch’essa all’attività di direzione e coordinamento di Snam. Il Terminale è anche predisposto per svolgere servizi di Small Scale LNG attraverso il rifornimento di apposite navi metaniere “bunkering vessels”.

Il Terminale sarà costituito da una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (Floating Storage Regasification Unit o “FSRU”) con una capacità di stoccaggio di circa 140.000 m<sup>3</sup> di GNL e una capacità di rigassificazione nominale di circa 330.000 Sm<sup>3</sup>/h. La FSRU sarà ormeggiata a lungo termine (25 anni).

Il Progetto, inizialmente presentato da Snam (Rif. Prot. No. 245 del 29 Novembre 2022), prevedeva l’accosto della FSRU in corrispondenza della banchina carbonile in stretta adiacenza al molo di ormeggio in concessione a EP FiumeSanto. Le numerose interlocuzioni intercorse con le Autorità tecniche portuali nonché con gli organi del Comitato Tecnico Regionale (CTR), hanno fatto emergere l’opportunità di spostare la posizione del Terminale lungo la parte terminale del molo foraneo settentrionale realizzando una nuova struttura d’accosto permanente in cassoni che resterà a servizio del Porto.

Il progetto è parte integrante del più ampio progetto di “Collegamento Virtuale” (o “Virtual Pipeline”) per l’approvvigionamento di gas naturale alla Sardegna, che Snam intende realizzare, anche attraverso le sue controllate e partecipate come Snam Rete Gas ed Enura, in coerenza a quanto disciplinato dall’art. 2 comma 4 e comma 5 del Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 marzo 2022, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale numero 125 del 30 maggio 2022, avente ad oggetto “Individuazione delle opere e delle infrastrutture necessarie al phase out dell’utilizzo del carbone in Sardegna e alla decarbonizzazione dei settori industriali dell’Isola” (c.d. DPCM Sardegna”).

Come indicato nell’art. 1 comma 1 del suddetto DPCM Sardegna, il progetto Virtual Pipeline si inserisce nell’ambito delle iniziative mirate a sostenere il rilancio delle attività produttive nella regione Sardegna, la decarbonizzazione dei settori industriali, la transizione energetica delle attività produttive e il phase-out del carbone garantendo sia l’approvvigionamento di energia all’Isola a prezzi in linea con quelli del resto d’Italia che, assicurando l’attuazione degli obiettivi del PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima).

Il progetto Virtual Pipeline include lo sviluppo delle infrastrutture di trasporto e di rigassificazione di GNL necessarie a garantire la fornitura di gas naturale in Sardegna mediante l’utilizzo di navi spola (metaniere di piccola taglia o c.d. “shuttle carrier”) tra i

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 13 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

terminali di rigassificazione italiani regolati ed i futuri terminali di rigassificazione da realizzare in Sardegna. Lo spostamento di volumi fisici di GNL mediante navi spola sarà effettuato con modalità equiparate, anche ai fini tariffari, a quelle del trasporto di gas, che comunemente avviene attraverso un qualsiasi metanodotto del sistema nazionale di trasporto.

In tale contesto, gli shipper operanti nel sistema di trasporto gas nazionale potranno rendere disponibili volumi di gas in un qualsiasi punto di ingresso del sistema o al c.d. Punto di Scambio Virtuale (PSV), richiedendone a Snam Rete Gas la riconsegna in un punto di uscita in Sardegna. In questo modo, volumi di GNL immessi nel sistema presso i terminali di stoccaggio in continente, potranno essere intercambiabili, attraverso opportuni meccanismi di “swap”, con equivalenti volumi di gas per i quali sia stata richiesta una riconsegna in Sardegna.

La disponibilità di gas naturale in Sardegna consentirà di avviare il processo di conversione a gas naturale di utenze civili e industriali, oggi ancora approvvigionate principalmente a carbone, olio combustibile, gasolio, GPL o aria propanata, con riduzione degli effetti sull’ambiente, dato che il gas naturale è un combustibile con basse emissioni inquinanti (annullamento sia di particolato (PM10) che di ossidi di zolfo (SOx), ed una considerevole riduzione degli ossidi di azoto (NOx) e, a titolo di esempio, circa -15% di CO2 rispetto al gasolio).

Il Terminale di rigassificazione di Porto Torres (art. 2 comma 4, del DPCM Sardegna) sarà il principale punto di approvvigionamento di gas naturale dei bacini di consumo della Città Metropolitana di Sassari nonché del segmento industriale, ed eventualmente termoelettrico, del Nord dell’Isola.



Figura 1.1: Corografia con Rete Energetica Sardegna Tratto Nord e ubicazione della FSRU

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 14 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 1.1.1 Terminale di Porto Torres

Il progetto ("Terminale di Porto Torres") prevede la realizzazione di un terminale di ricezione, stoccaggio e rigassificazione di Gas Naturale Liquefatto (GNL) del tipo flottante (Floating Storage Regasification Unit o "FSRU") all'interno del porto industriale di Porto Torres in Provincia di Sassari e relative opere connesse per la realizzazione del collegamento a terra con lo scopo di raggiungere la futura Dorsale Nord già autorizzata con Decreto VIA n. 373 del 05.12.2022.

Nella seguente figura si riporta un inquadramento con indicate le opere in progetto:

- Terminale FSRU;
- banchina di ormeggio;
- condotta sottomarina e relativo approdo;
- cavo elettrico a Media Tensione (MT).



Figura 1.2: Stralcio ortofoto con ubicazione del progetto in area portuale

Il Progetto del Terminale di Porto Torres, oggetto del presente studio, sarà composto da:

- una FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) avente una capacità indicativa di stoccaggio pari a circa 140.000 m<sup>3</sup>, una capacità di rigassificazione di circa 330.000 Sm<sup>3</sup>/h e dimensioni pari a circa 290 m (lunghezza) x 48 m (larghezza);
- Una nuova banchina costituita da:
  - N.28 cassoni cellulari prefabbricati in c.a. zavorrati con materiale arido;
  - Coronamento dei cassoni in cemento armato gettato in opera;

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 15 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- Impalcati di collegamento tra i cassoni con travi in c.a.p. e getti in opera di completamento;
- Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame protetto da una mantellata in massi naturali;
- Gli impianti e le attrezzature da realizzarsi sulla nuova banchina est esistente costituiti da:
  - Sistema di scarico del gas vaporizzato dalla FSRU costituito da N. 2 bracci di scarico ed una condotta in acciaio che corre interrata fino al punto di intercettazione linea (PIL) anch'esso in banchina;
  - Sistema di ormeggio della FSRU;
  - Sistema antincendio costituito da un sistema di pompaggio, un anello di distribuzione ed una serie di monitori e cortine d'acqua;
  - Sistema di controllo ed emergenza per gli impianti di processo sulla nuova banchina;
  - Sistema di blowdown e sfiato di emergenza.
- Un tratto di condotta sottomarina di lunghezza complessiva pari a circa 1670 m di cui 1300 m saranno all'interno di un microtunnel da realizzare come approdo costiero. La condotta a mare funge da collegamento tra il sistema di scarico del gas dalla FSRU e il punto di interfaccia con il tratto a terra della condotta. La condotta proseguirà a terra fino al Punto d'Intercetto, che identifica il punto di ingresso nella rete di trasporto del gas naturale a terra (Rete Energetica tratto nord, si veda la Figura 1.3), che non è oggetto del presente documento;
- Un cavo elettrico di media tensione (MT) per l'alimentazione della banchina di ormeggio della FSRU;
- Un cavo telecomando per collegamento con il dispacciamento a terra di SRG con tracciato in parallelo alla condotta sottomarina.

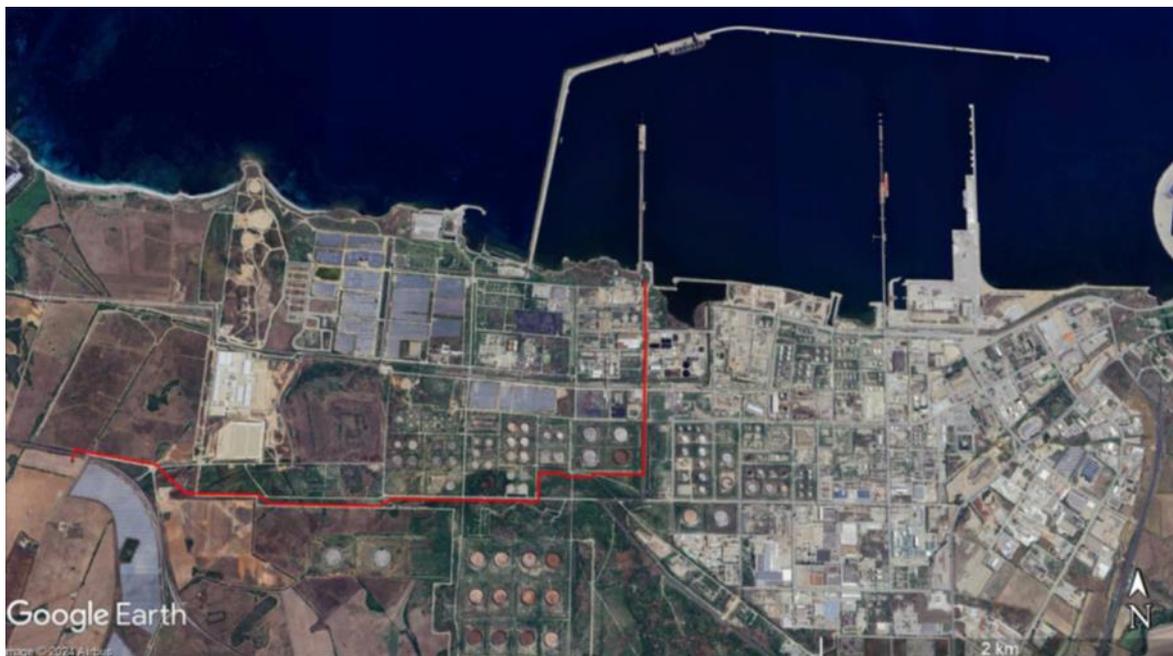
### 1.1.2 Opere Connesse

Si considerano opere connesse e oggetto della procedura la Rete Energetica di Porto Torres di proprietà di Enura S.p.A. La Rete energetica consentirà il collegamento del Terminale di Porto Torres. Quest'ultima a sua volta sarà connessa alle reti di distribuzione locali dei bacini di utenza della Città Metropolitana di Sassari, le principali utenze industriali del Nord dell'Isola ed eventualmente alle utenze termoelettriche.

La Valutazione di Impatto Ambientale della Rete Energetica di Porto Torres è riportata nel documento Doc. No. REL-SIA-E-13010 "Studio di Impatto Ambientale del Progetto Virtual Pipeline Sardegna – Rete Energetica tratto Nord – Metanodotto Collegamento FSRU di Porto Torres DN 650 (26"), DP 75 bar" Proponente: Enura S.p.A.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 16 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



*Figura 1.3: Stralcio ortofoto con Metanodotto Collegamento FSRU di Porto Torres - DN 500 (20") DP 100 bar*

L'opera, denominata "Virtual Pipeline Sardegna – Rete Energetica Tratto Nord - Collegamento FSRU di Porto Torres DN 500 (20")", DP 100 bar, di lunghezza pari a 4,689 km proposta da Enura ha come obiettivo quello di consentire il collegamento tra il Terminale di Porto Torres e la Rete energetica della Sardegna (progetto Metanizzazione Sardegna – tratto Nord, per il quale Enura ha già ottenuto il decreto di compatibilità ambientale (VIA) con provvedimento n. 373 del 05 Dicembre 2022).

Gli elementi progettuali rientranti nelle "Opere connesse" non fanno parte del presente studio e pertanto non sono stati valutati nel presente documento.

## 1.2 Scopo e contenuti del documento

Il presente documento costituisce lo studio di dispersione modellistica delle ricadute degli inquinanti al suolo in fase di esercizio ed è strutturato come segue:

- Capitolo 2: sintesi dei principali aspetti progettuali, con identificazione delle emissioni in atmosfera riconducibili all'esercizio della FSRU;
- Capitolo 3: inquadramento territoriale dell'iniziativa e riferimenti normativi in materia di qualità dell'aria e valori limite emissivi;
- Capitolo 4: descrizione delle attività relative alla fase di esercizio della FSRU e relativa caratterizzazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera emessi;
- Capitolo 5: descrizione dei risultati ottenuti a valle delle simulazioni modellistiche effettuate;
- Capitolo 6: considerazioni conclusive.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 17 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 2 SINTESI DEI PRINCIPALI ASPETTI PROGETTUALI

### 2.1 Descrizione Generale del Progetto

Il nuovo Terminale prevede l'attracco a lungo termine di una unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (FSRU, Floating Storage Regasification Unit) in una banchina di accosto all'interno del Porto industriale di Porto Torres, in corrispondenza del molo foraneo settentrionale. Il sistema di ormeggio e di scarico sarà dotato delle apparecchiature necessarie allo svolgimento delle operazioni e al controllo del sistema di attracco.

Il terminale FSRU consentirà il trasferimento di gas naturale allo stato gassoso attraverso dei bracci di scarico posizionati sulla struttura di ormeggio da cui partirà la condotta di collegamento verso la Rete Nazionale, che attraverserà il bacino portuale prevalentemente in trenchless e in parte (circa 230 m del tratto finale verso la piattaforma di ormeggio), con tratto interrato posato su trincea pre-scavata.

L'impianto di stoccaggio e rigassificazione sarà installato a bordo della FSRU e prevede i seguenti sistemi:

- Sistema di scarico GNL dalla nave metaniera alla FSRU;
- Sistema di stoccaggio GNL, con capacità nominale di 140.000 m<sup>3</sup>;
- Sistema di pompaggio e rigassificazione;
- Sistema di gestione del BOG;
- Sistema acqua mare/acqua glicole;
- Sistemi ausiliari.

La FSRU è allestita con tutti i sistemi di controllo, sicurezza ed antincendio.

L'impianto di ricezione sulla banchina di accosto è costituito dai seguenti sistemi principali:

- Sistema di trasferimento del GNL dalla FSRU alla banchina di accosto attraverso dei bracci di scarico per l'invio del gas nella rete di distribuzione;
- Locale elettro-strumentale per il controllo dei sistemi sulla banchina d'accosto, alimentato da un cavo di media tensione;
- Sistema antincendio costituito da un package cabinato all'interno del quale si trovano una motopompa diesel e un'elettropompa sulla piattaforma di accosto; tale sistema alimenta due monitori collocati in maniera simmetrica rispetto ai bracci di scarico;
- Sistema ormeggio assicurato da parabordi e ganci a scocco installati sulla banchina di carico e sulle briccole di ormeggio situate a sud e a nord della banchina di accosto alla FSRU;
- Sistema di sfiato (vent) di emergenza.

Il Terminale sarà progettato per avere una vita utile pari a 25 anni dalla data di start-up. Il terminale opererà per l'intero periodo senza la necessità di lasciare l'ormeggio per attività di manutenzione.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 18 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Il Terminale sarà in grado di realizzare le seguenti operazioni:

- Servizio di rigassificazione;
- Servizio di rigassificazione + carico GNL da Shuttle Carrier;
- Modalità di stand by (Nessun servizio di rigassificazione).

Il Terminale, tramite il sistema di trasferimento GNL, sarà approvvigionato da navi metaniere spola di capacità di stoccaggio variabile.

Il GNL all'interno dei serbatoi sarà inviato mediante le pompe in-tank al collettore principale, che a sua volta alimenta i diversi servizi previsti nel Terminale (i.e. rigassificazione).

Il sistema di rigassificazione installato a bordo della FSRU utilizzerà l'acqua di mare come fonte di calore per la vaporizzazione del GNL, che avverrà attraverso un fluido intermedio di acqua e glicole.

Durante il Servizio di rigassificazione, il GNL presente nei serbatoi viene inviato alle pompe di alta pressione attraverso il Ricondensatore. Ciascuna pompa di alta pressione invia il GNL al proprio vaporizzatore. Il Gas naturale ad alta pressione viene poi inviato in rete attraverso i bracci di scarico.

Il Servizio di rigassificazione può lavorare alternativamente in parallelo con il carico GNL da Shuttle Carrier.

Durante la fase di carico GNL da Shuttle Carrier, il GNL è pompato dalle pompe presenti a bordo della nave verso i serbatoi GNL dell'FSRU. Una portata di BOG viene inviata alla metaniera per compensare il volume di GNL inviato ai serbatoi.

Durante la Condizione di Stand-By non sarà inviato gas naturale in rete e quindi i treni di vaporizzazione non saranno attivi. Le pompe in-tank di bassa portata rimarranno attive per garantire il ricircolo del GNL nelle condotte per il mantenimento del freddo all'interno dell'impianto.

Il BOG generato nelle diverse configurazioni di operazione verrà gestito, una volta compresso nei compressori BOG in primis per mantenere l'operatività del Ricondensatore: in caso di eccesso il BOG viene utilizzato prioritariamente per la produzione di energia a bordo della FSRU.

Le utenze della FSRU saranno alimentate attraverso la potenza elettrica generata dal funzionamento a pieno regime di due motori di bordo. Si precisa che a bordo della FSRU saranno installati 3 motori principali di tipo marino (bifuel) di potenza termica pari a circa 12 MWth ciascuno, in grado di produrre circa 5.500 kW elettrici ciascuno, di cui due in funzionamento in continuo e uno di backup.

L'opera civile principale prevista dal progetto è rappresentata dalla banchina di accosto.

La funzione principale della nuova banchina sarà quella di garantire l'ormeggio e l'installazione delle attrezzature necessarie all'esercizio in sicurezza della FSRU.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 19 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Si prevede la realizzazione di un impalcato in c.a. realizzato a ridosso dell'esistente diga foranea fondato su cassoni cellulari isolati a loro volta imbasati su di uno scanno in pietrame.

L'opera si presenta planimetricamente di forma rettangolare di dimensioni 400,0 m x 44,3 m posta in continuità con l'attuale coronamento carrabile della diga foranea.

Gli elementi che la compongono possono essere distinti in:

- Cassoni cellulari prefabbricati in c.a. zavorrati con materiale arido;
- Coronamento dei cassoni in cemento armato gettato in opera;
- Impalcato di collegamento tra i cassoni con travi in c.a.p. e getti in opera di completamento;
- Scanno di imbasamento dei cassoni in pietrame protetto da una mantellata in massi naturali.

L'opera è costituita da n. 28 cassoni cellulari in c.a. che saranno realizzati in opportuni bacini di prefabbricazione, trasportati in galleggiamento e affondati in opera, mediante l'immissione di acqua e materiale granulare di zavorra, sullo scanno di imbasamento precedentemente realizzato.

Tutti i cassoni saranno allestiti con bitte e golfari idonei per la fase di trasporto e installazione degli stessi dal sito di prefabbricazione alla posizione di progetto oltre che da piastre di copertura delle celle in c.a. prefabbricate, necessari alla fase di trasporto.

L'altezza dei manufatti, comprensiva della platea di fondazione e piastre prefabbricate di copertura delle celle, esclusa la sovrastruttura da realizzare in opera, sarà pari a rispettivamente: per i cassoni tipo C1 16.05m; per i cassoni tipo C2 15.75 m.

Lo scanno di imbasamento dell'opera verrà fondato alla profondità variabile da -18,80 m a -21,20 m sul livello medio marino (l.m.m.). Esso sarà costituito da un nucleo di pietrame scapolo realizzato fino al raggiungimento di quota -15,00 m l.m.m. e protetto da una mantellata in massi naturali.

Le dimensioni geometriche complessive della sezione trasversale tipo al piede sono pari a circa 58 m, con pendenza delle scarpate pari a 3/2.

I cassoni, previa realizzazione dello scanno d'imbasamento, saranno affondati e zavorrati provvisoriamente con acqua. Successivamente si provvederà alla loro stabilizzazione definitivamente in opera con un riempimento che potrà essere realizzato con materiale arido proveniente cava. Eventuali variazioni della natura o distribuzione del materiale di zavorramento dovranno garantire le medesime prestazioni di sicurezza alla stabilità della struttura definite in progetto.

Per i dettagli si rimanda alla Planimetria Generale dell'Impianto (Doc. 001-GB-B-61000), allegata alla documentazione di progetto.

Lungo il paramento di banchina (lato Sud) sono previsti dispositivi di accosto (parabordi) ed ormeggio (bitte) funzionali all'ormeggio della FSRU.

Gli arredi di banchina includono scalette reali ed alla marinara di emergenza.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 20 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

La banchina sarà completata dalle sovrastrutture ed equipaggiamenti posizionati sopra la nuova banchina, nello specifico:

- Bracci di scarico;
- Locale Elettrico-strumentale;
- Diesel di emergenza;
- Trasformatori;
- Pacchetto Bombe di Azoto;
- Pompa Antincendio;
- Monitori Antincendio;
- Mezzi di sollevamento;
- Scalandrone;
- Vent KO Drum;
- Supporti per cavi elettro-strumentali;
- Tubazioni e valvole;
- Pipe-rack;
- Area di manutenzione.

Il tracciato della condotta di connessione dalla FSRU al tratto di pipeline a terra attraverserà il bacino portuale, e sarà costituito dalle seguenti sezioni:

- dopo un breve tratto orizzontale all'uscita del PIL sulla nuova banchina, dove sarà inserito il giunto isolante, ci sarà un tratto verticale (tubo di risalita) con cui la condotta DN 500 (20") a partire dal Terminale si potrà collegare alla sezione di condotta sul fondale marino;
- una volta raggiunto il fondo del mare, un tie-in spool di circa 50 m consentirà l'orientamento della condotta sottomarina in direzione Sud/Sud-Ovest;
- dopo il collegamento flangiato tra tie-in spool e il resto della condotta, quest'ultima attraverserà il bacino portuale per circa 250 m - 300 m all'interno di una trincea pre-scavata;
- il tracciato della condotta sottomarina proseguirà per altri 1300 m all'interno di un microtunnel precedentemente costruito per collegarsi con il tratto onshore della condotta;
- una volta a terra la condotta proseguirà, interrata, fino al punto di interconnessione con la linea interrata del metanodotto collegamento FSRU di Porto Torres.

Il cavo sottomarino a fibra ottica seguirà un percorso parallelo a quello della condotta DN 500. Il cavo scenderà in mare dal Terminale protetto da un J-tube posto a lato del tubo di risalita. Il tracciato si svilupperà poi affiancando la condotta DN 500 sul lato ovest,

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 21 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

correndo nella stessa trincea del tubo ad una distanza di sicurezza da questo non inferiore a 2 m, ed interrato per circa 1,0 m ÷ 1,5 m.

All'interno del microtunnel invece, il cavo a fibra ottica sarà installato all'interno di un tubo di protezione in PEAD, ancorato sulla volta superiore del microtunnel.

Il cavo di media tensione (MT) sarà intestato nella cabina denominata MO.LEV.C di coordinate approssimative 40°50.672'N e 8° 22.723'E e percorrerà in linea pressoché retta la parte finale del Molo di Levante all'interno di idoneo cavedio carrabile.

Giunto in testa del pontile, il cavo raggiungerà il fondale marino per mezzo di un j-tube zancato al molo.

Una volta raggiunto il fondale marino il cavo percorrerà una rotta di 297°N per una lunghezza approssimativa di 900 m fino a raggiungere la base della diga foranea dalla parte opposta del porto; nel punto di approdo sarà installato un ulteriore j-tube all'interno del quale il cavo risalirà la banchina fino alla quota di interramento prestabilita ed un pozzetto di giunzione in calcestruzzo.

Una volta raggiunto il pozzetto di giunzione, il cavo sarà installato in una canaletta in cemento armato carrabile o in una tubazione specifica per cavi elettrici sotto il piano di rotolamento, per garantire sia la protezione meccanica sia scongiurare eventuali infiltrazioni d'acqua; il punto di arrivo del cavo MT sarà la cabina elettrica all'interno del Terminale.

La lunghezza totale del percorso del cavo MT è di circa 1.900 m

## 2.2 Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera previste durante l'esercizio della FSRU sono associate a:

- emissioni generate dai No.2 motori alimentati a gas naturale della FSRU per la generazione elettrica principale. Riguardo l'utilizzo di Marine Diesel Oil, normalmente questo combustibile viene utilizzato unicamente in fase di avviamento dei motori e in minima percentuale durante la combustione del gas naturale;
- emissioni delle metaniere in avvicinamento al terminale (a partire dalla zona di rada) e nelle successive fasi di accosto, scarico, disormeggio e allontanamento;
- emissioni dei rimorchiatori che saranno operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento delle metaniere.

Le utenze della FSRU saranno alimentate attraverso la potenza elettrica generata dal funzionamento a pieno regime di due motori di bordo. Si precisa che a bordo della FSRU saranno installati 3 motori principali di tipo marino:

- tre motori di potenza termica pari a circa 12 MWth ciascuno, in grado di produrre circa 5.500 kW elettrici ciascuno, di cui due in funzionamento in continuo e uno di backup.

L'avvio del terzo motore di backup si potrà verificare nel caso in cui sia necessario scambiare i motori in funzione (ad es. riduzione del carico, manutenzione, problematiche riscontrate ad uno dei motori): in tale condizione un motore risulterà in assetto di

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 22 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

spegnimento, mentre l'altro in assetto di avviamento. Per il funzionamento normale, il carico sarà ripartito tra i 2 motori principali.

Ai fini delle analisi modellistiche discusse nel presente studio, si è fatto riferimento al caso di funzionamento a pieno regime dei due motori principali, che concorrono al raggiungimento di una potenza termica complessiva pari a circa 24 MWth.

Di seguito si riportano le principali informazioni relative alle sorgenti emissive presenti in condizioni di normale esercizio (motori FSRU e relativo traffico navale indotto), rimandando al successivo Capitolo 4 e relativi sottoparagrafi per maggiori approfondimenti in relazione alle caratteristiche emissive delle sorgenti e agli scenari modellistici analizzati.

### 2.2.1 Emissioni della FSRU in condizioni di normale esercizio

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche e i valori emissivi di riferimento dei No.3 motori della FSRU, da circa 12 MW termici ciascuno in grado di generare una potenza massima di circa 5.5 MWe, di cui No.2 in funzionamento continuo per garantire l'alimentazione di tutti i sistemi e No.1 di back-up.

Tabella 2.1: Caratteristiche e Dati Emissivi del Motore marino di bordo

PARAMETRO	UM	VALORE
Potenza Termica	MW <sub>th</sub>	~12 <sup>(1)</sup>
Volume Gas di Scarico	m <sup>3</sup> /h	52.540 <sup>(2)</sup>
Concentrazione NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	300
Concentrazione CO	mg/Nm <sup>3</sup>	240
Concentrazione di Particolato	mg/Nm <sup>3</sup>	50
Formaldeide	mg/Nm <sup>3</sup>	20 <sup>(4)</sup>
Concentrazione SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	- <sup>(3)</sup>
Altezza camino	m	50,7
Diametro camino	mm	900
Temperatura Fumi	°C	370 <sup>(2)</sup>

(1) Potenza termica riferita al singolo motore

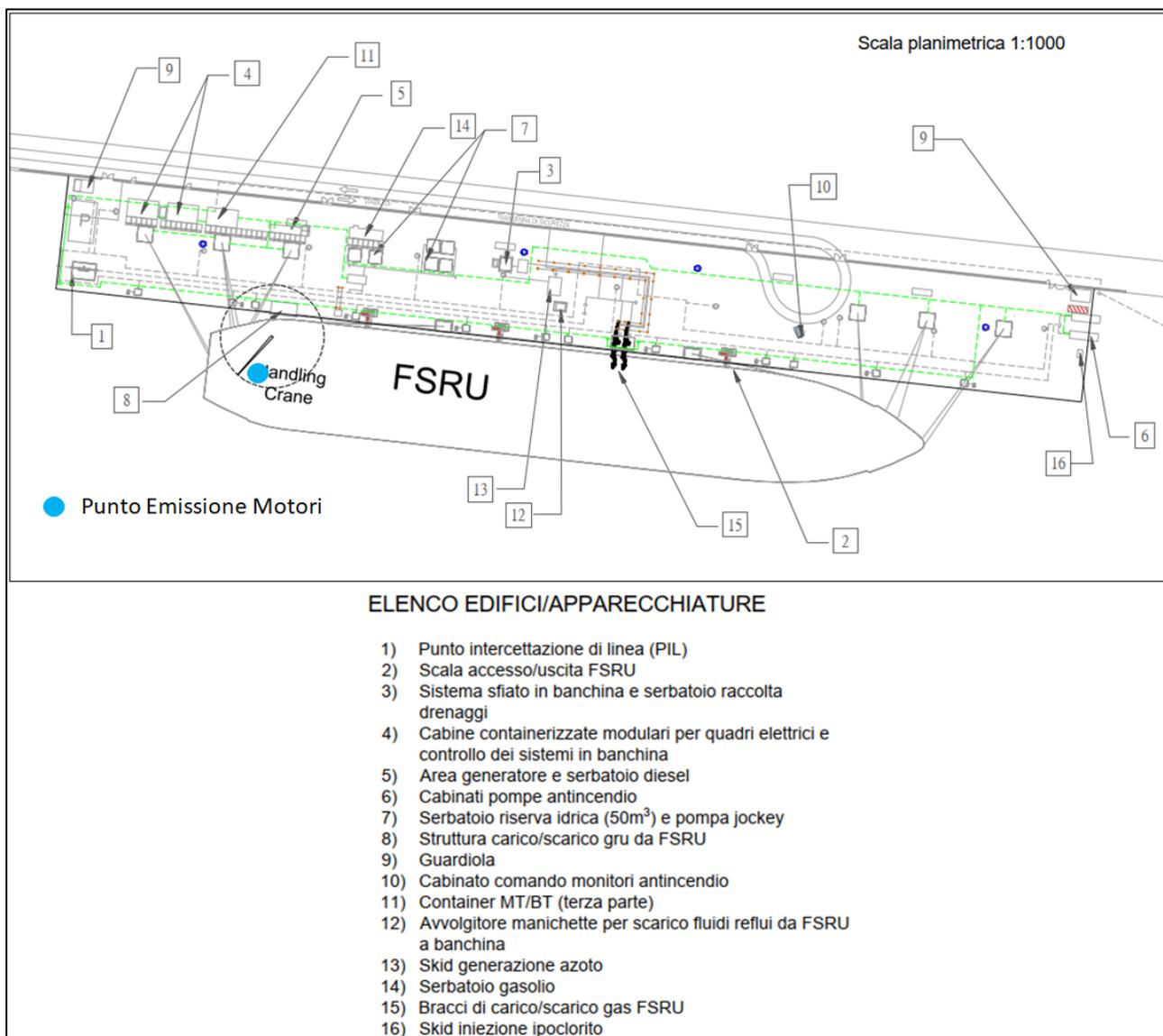
(2) Dato riferito al funzionamento dei motori della FSRU al 100% del carico

(3) Nel caso di alimentazione a gas naturale le emissioni di SO<sub>2</sub> sono ritenute nulle/trascurabili. In tal senso si evidenzia che la normativa riporta un valore limite emissivo pari a 15 mg/Nm<sup>3</sup>, specificando però che tale valore si considera sempre rispettato nel caso di utilizzo di gas naturale.

(4) Valore di emissione formaldeide ex D.lgs.152/06 e ss.mm. ii, tabella D, punto 4, parte II, Allegato I alla Parte V

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 23 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



*Figura 2.1: Punto di Emissione Motori FSRU*

Con riferimento al potenziale utilizzo di Marine Gas Oil (MGO) a basso contenuto di zolfo nei motori della FSRU in condizioni di emergenza, si sottolinea come questo sia per sua stessa natura estemporaneo, difficilmente quantificabile a priori in termini di frequenza e durata attese. In tal senso, si ritiene che andare ad eseguire delle analisi modellistiche relative ad un assetto di funzionamento della FSRU in condizioni di emergenza non sia da ritenersi rappresentativo del potenziale impatto sanitario dell'opera in fase di esercizio.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 24 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 2.2.2 Emissioni da traffico navale indotto

Le emissioni da traffico navale indotto in relazione al normale esercizio della FSRU sono essenzialmente riconducibili a:

- traffico navale per approvvigionamento/scarico del GNL (metaniere cargo). Nello specifico, sono state considerate navi metaniere con capacità di trasporto pari a circa 7.500 mc, 30.000 mc e 130.000 mc;
- rimorchiatori a supporto delle manovre delle navi metaniere in arrivo e in partenza.

Per le metaniere, in mancanza di valori limite emissivi di riferimento, ai fini delle analisi modellistiche sono stati considerati:

- per le metaniere aventi una capacità di trasporto di 30.000 mc e 7.500 mc, i valori emissivi da specifiche tecniche di navi metaniere di taglia simile e aventi un'alimentazione a gas naturale. In particolare, sono state analizzate le emissioni di NO<sub>x</sub> e CO, mentre data la tipologia di combustibile risultano nulle/trascurabili le emissioni di altre sostanze quali particolato, SO<sub>2</sub> e microinquinanti;
- per la metaniera da 130.000 mc, i valori emissivi forniti dal documento (EMEP/EEA, Ottobre 2023), facendo riferimento ai fattori emissivi Tier 3 per imbarcazioni alimentate a LNG in fase di manovra e stazionamento (tabella 3-15 del documento EMEP/EEA). Per la fase di stazionamento in porto, inoltre, è stata ipotizzata una percentuale di carico dei motori pari a circa il 20% della potenza in marcia. Analogamente alle metaniere di taglia inferiore, anche in questo caso sono state analizzate le emissioni di NO<sub>x</sub> e CO in considerazione della tipologia di combustibile, ritenendo invece nulle/trascurabili le emissioni di altre sostanze.

Le caratteristiche emissive delle navi metaniere sono riassunte nelle tabelle seguenti.

*Tabella 2.2: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 130.000 mc*

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Potenza Termica motore principale	KW <sub>th</sub>	26.480
Altezza camino s.l.m.	m	35
Diametro camino	m	0,9
Velocità uscita fumi max	m/s	35
Temperatura dei fumi	K	633
Emissione NO <sub>x</sub> in fase di navigazione/manovra	g/s	9
Emissione NO <sub>x</sub> in fase di stazionamento/scarico	g/s	2
Emissione CO in fase di navigazione/manovra	g/s	45

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 25 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Emissione CO in fase di stazionamento/scarico	g/s	10

*Tabella 2.3: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 30.000 mc*

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Potenza Termica motore principale	KW <sub>th</sub>	8.015
Altezza camino s.l.m.	m	35
Diametro camino	m	0,9
Velocità uscita fumi max	m/s	35
Temperatura dei fumi	K	633
Emissione NOx in fase di navigazione/manovra	g/s	6
Emissione NOx in fase di stazionamento/scarico	g/s	2
Emissione CO in fase di navigazione/manovra	g/s	4
Emissione CO in fase di stazionamento/scarico	g/s	1,1

*Tabella 2.4: Caratteristiche e Dati Emissivi Navi metaniere cargo da 7.500 mc*

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Potenza Termica motore principale	KW <sub>th</sub>	4.500
Altezza camino s.l.m.	m	16
Diametro camino motore principale	m	0,7
Diametro camino motori aux	m	0,5
Velocità uscita fumi max	m/s	35
Temperatura dei fumi	K	633
Emissione NOx in fase di navigazione/manovra	g/s	3,1
Emissione NOx in fase di stazionamento/scarico	g/s	2

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 26 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Emissione CO in fase di navigazione/manovra	g/s	2,4
Emissione CO in fase di stazionamento/scarico	g/s	1,1

Per i rimorchiatori, per i quali si è considerata un'alimentazione a Marine Diesel Oil (MDO), sono state considerate:

- emissioni di NO<sub>x</sub>, particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), e CO, in accordo ai dati emissivi desumibili dal documento (U.S. EPA, Febbraio 2000), il quale riporta informazioni per la stima delle emissioni suddivise per fasi operative che risultano più allineate alla tipologia di mezzi in esame e che si ritengono maggiormente rappresentative ai fini della ricostruzione degli input emissivi per il modello. In particolare, si è fatto riferimento alla fase operativa “manoeuvring” per le operazioni di attracco, disormeggio e allontanamento, mentre si è considerata la fase “slow cruise” per le operazioni di avvicinamento. È stato inoltre assunto che le emissioni di PM<sub>2,5</sub> siano pari a circa l'85% delle emissioni di PM<sub>10</sub>, come suggerito con riferimento ai fattori emissivi “Tier 2” del documento (EMEP/EEA, Ottobre 2023);
- emissioni di SO<sub>2</sub> per le quali, con approccio conservativo, si è fatto riferimento a un massimo contenuto di zolfo nel combustibile pari allo 0,5% in massa (ipotizzando una conversione del 100% in SO<sub>2</sub>), così come indicato dalla Direttiva 2012/33/CE recepita nell'ordinamento nazionale con il Decreto Legislativo 16 Luglio 2014 n.112 (che, tra l'altro, ha modificato l'art. 295 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii) e dalle disposizioni contenute nella decisione 2015/253/UE attuate dal D.M. Ambiente del 22 marzo 2017. In particolare, ai sensi di quanto riportato all'art. 295 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii “[...] è vietato, nelle acque territoriali<sup>1</sup>, nelle zone economiche esclusive<sup>2</sup> e nelle zone di protezione ecologica appartenenti all'Italia, a bordo di navi di qualsiasi bandiera, l'utilizzo di combustibili per uso marittimo con un tenore di zolfo [...] dal 1° gennaio 2020, superiore allo 0,50% in massa<sup>3</sup>”. Il valore dello 0,5% in massa utilizzato ai fini della stima delle emissioni in atmosfera di SO<sub>2</sub> risulta in linea anche con i dati riportati nella “Relazione annuale sul tenore di zolfo dell'olio combustibile pesante, del gasolio e dei combustibili per uso marittimo utilizzati nel 2021” e pubblicata da ISPRA nel 2022;

<sup>1</sup> Zone di mare previste Convenzione di Montego Bay sul diritto del mare del 10 dicembre 1982, ha un limite massimo di 12 miglia marine.

<sup>2</sup> Zona di mare previste Convenzione di Montego Bay sul diritto del mare del 10 dicembre 1982, può estendersi fino a 200 miglia marine.

<sup>3</sup> Dal 1° gennaio 2018 per il mare Adriatico e il mare Ionio e dal 1° gennaio 2020 per le altre zone di mare, si applica un tenore massimo di zolfo pari allo 0,10% in massa, a condizione che gli Stati membri dell'Unione europea prospicienti le stesse zone di mare abbiano previsto l'applicazione di tenori di zolfo uguali o inferiori.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 27 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- emissioni di NMVOC, considerando il fattore emissivo “Tier 3” relativo alle fasi di manovra e stazionamento (mezzo “High Speed Diesel” alimentato a MDO) riportato nel documento (EMEP/EEA, Ottobre 2023). Si evidenzia che l’analisi modellistica si è quindi concentrata sulla componente Benzene, assumendo che questa sia pari al 4% del totale, in analogia a quanto riportato dal documento (Cooper et al., 1996) per mezzo navale con motore diesel di potenza simile. In particolare, il Benzene è stato considerato in quanto è l’unico dei composti per cui sussiste un valore limite di qualità dell’aria stabilito dalla normativa vigente e, tra i composti organici volatili non metanici potenzialmente presenti in tracce nelle emissioni derivanti dalla combustione dell’MDO dai motori dei rimorchiatori, è quello caratterizzato da valori di riferimento per inalazione più restrittivi tra quelli indicati dalla banca dati ISS-INAIL;
- emissioni di Metalli Pesanti (Cd, As, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, Zn), IPA (Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Perilene, Benzo(b)-fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,l)pirene, Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene), PCDD/F (valutati in termini di TEQ 2,3,7,8-TCDD) e PCB per le quali, in mancanza di una fonte più specifica per la tipologia di mezzi, si è fatto riferimento ai valori forniti dal documento (EMEP/EEA, Ottobre 2023), considerando i fattori emissivi “Tier 1” che non distinguono tra le diverse fasi di manovra. Inoltre, ai fini della stima delle emissioni di IPA si è ipotizzato:
  - un fattore emissivo espresso in B(a)P equivalenti pari a 0.0404 mg/L desumibile dalla sezione “PAH Emissions from Ships” del documento (Cheruyiot et al., 2015),
  - la speciazione media rintracciabile nel sopra citato documento EMEP/EEA e richiamata nella tabella seguente (dato che le componenti > 0 sommano complessivamente al 97%, il restante 3% è stato ripartito tra le specie indicate in tabella con media nulla),
  - per il passaggio dalle emissioni in B(a)P equivalenti a quelle dei singoli IPA emessi dai rimorchiatori, i potenziali di tossicità equivalente rintracciabili nei documenti (ATDSR, Aprile 2022) e (Desert Research Institute, Agosto 2017). Si evidenzia che, ai fini delle successive analisi modellistiche, sono state prese in considerazione le specie IPA per le quali la “Banca dati ISS-INAIL - Rev. Marzo 2018” fornisce i relativi valori di riferimento per la valutazione del rischio tossicologico (RfC) e/o cancerogeno (UR) ai fini della Valutazione di Impatto Sanitario dell’iniziativa (per cui si rimanda al dDoc. No. 001-ZA-E-85018).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 28 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 2.5: Speciazione media IPA nei mezzi navali  
 Fonte: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023,)*

**Table 3-23 PAH emissions, distribution by species**

Species	Average (%)	Range (%)
Phenanthrene	37	32-54
Anthracene	1	0-2
Fluoranthene	11	9-15
Pyrene	14	12-20
3,6-dimethylphenanthrene	4	3-5
Triphenylene	12	9
Benzo(b)-fluorene	6	2-19
Benzo(a)anthracene	2	0-2
Chrysene	5	3-9
Benzo(e)-pyrene	2	0
Benzo(j)fluoranthene	0	0
Perylene	0	0-3
Benzo(b)-fluoranthene	1	0-2
Benzo(k)-fluoranthene	0	0
Benzo(a)pyrene	0	0
Dibenzo(a,j)anthracene	0	0-1
Dibenzo(a,l)pyrene	0	0
Benzo(g,h,i)perylene	1	0-2
Dibenzo(a,h)anthracene	1	0-6
Ideno(1,2,3-c,d)pyrene	0	0-1
3-methyl-cholanthrene	0	0
Anthanthrene	0	0

Source: Lloyd's Register, 1995

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche emissive tipiche del singolo rimorchiatore per i principali inquinanti (NO<sub>x</sub>, particolato PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub> e CO), mentre si rimanda alla successiva Sez. 4.5 per la tabella completa di tutti i parametri emissivi analizzati. Per completezza, nella tabella seguente si richiama anche il dato inerente ai consumi di MDO considerato ai fini delle stime emissive.

*Tabella 2.6: Caratteristiche e Dati Emissivi del singolo rimorchiatore*

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Altezza camino s.l.m.	m	8
Diametro camino	m	0,4
Sezione camino	m <sup>2</sup>	0,13

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 29 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

DATO	UNITÀ DI MISURA	VALORE
Temperatura dei fumi	K	673
Potenza rimorchiatore	kW	3.200
Densità MDO	g/ml	0,981 (*)
Consumo MDO	g/kWh	304 (**)
	t/s	2,7E-04
	l/s	0,275
Emissioni di NOx (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	3,9
Emissioni di NOx (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	2,1
Emissioni di Particolato PM10 (fase di avvicinamento della metaniera)	g/s	0,1
Emissioni di Particolato PM10 (fasi di attracco, disormeggio e allontanamento della metaniera)	g/s	0,06
Emissioni di SO <sub>2</sub> (tutte le fasi)	g/s	2,7(***)
Emissioni di CO (tutte le fasi)	g/s	0,7

(\*) Fonte dato: [etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/pdf/WEB\\_Marine\\_Diesel\\_Fuel\\_Oil.pdf](http://etc-cte.ec.gc.ca/databases/OilProperties/pdf/WEB_Marine_Diesel_Fuel_Oil.pdf)

(\*\*) Consumo associato a mezzi HSD-MDO dalle Linee Guida EMEP/EEA 2019, Update Dec. 2021

(\*\*\*) Considerando un contenuto di zolfo nel combustibile bruciato pari allo 0,5% in massa e che tutto lo zolfo si converte in SO<sub>2</sub> nei fumi emessi

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 30 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 3 DESCRIZIONE DEL TERRITORIO

#### 3.1 Inquadramento territoriale, individuazione dell'area di studio e dei ricettori sensibili

L'unità navale di stoccaggio e rigassificazione flottante (Floating Storage Regasification Unit o "FSRU") sarà permanentemente ormeggiata all'interno del porto industriale di Porto Torres in Provincia di Sassari.

L'area considerata ai fini del presente studio è costituita da una porzione di territorio di circa 31 km x 28 km tale da ricomprendere i ricettori sensibili potenzialmente più esposti.

Come desumibile dalla trattazione modellistica riportata nei successivi Capitoli 4 e 5, in tale area sono comprese le ricadute più significative in termini di concentrazione al suolo delle emissioni gassose di inquinanti generate dall'esercizio dell'impianto in progetto (e traffico navale connesso).

Al fine di consentire un'analisi di dettaglio dei livelli di ricaduta stimati dal modello sulla terraferma, oltre ai ricettori su griglia sono stati individuati anche una serie di ricettori discreti rappresentativi, selezionando le principali strutture scolastiche (inclusi gli asili nido), sanitarie e case di cura (strutture per anziani) presenti nel territorio del Comune di Porto Torres interessati dalle ricadute dell'iniziativa in funzione della fase di progetto. Il Comune individuato è anche quello sul quale si è focalizzata la Valutazione di Impatto Sanitario dell'iniziativa, per la quale si rimanda integralmente al Doc. No. 001-ZA-E-85018.

Nella figura seguente si riporta l'identificazione dell'area di studio, dei ricettori discreti individuati, nonché la rotta di navigazione considerata per le metaniere, a partire dalla zona di rada (identificata dal Regolamento di Sicurezza del Porto e della Rada di Porto Torres – Allegato all'Ordinanza No. 82/2016 del 22 Dicembre 2016) fino all'area del porto in cui è previsto l'ormeggio della FSRU.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 31 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

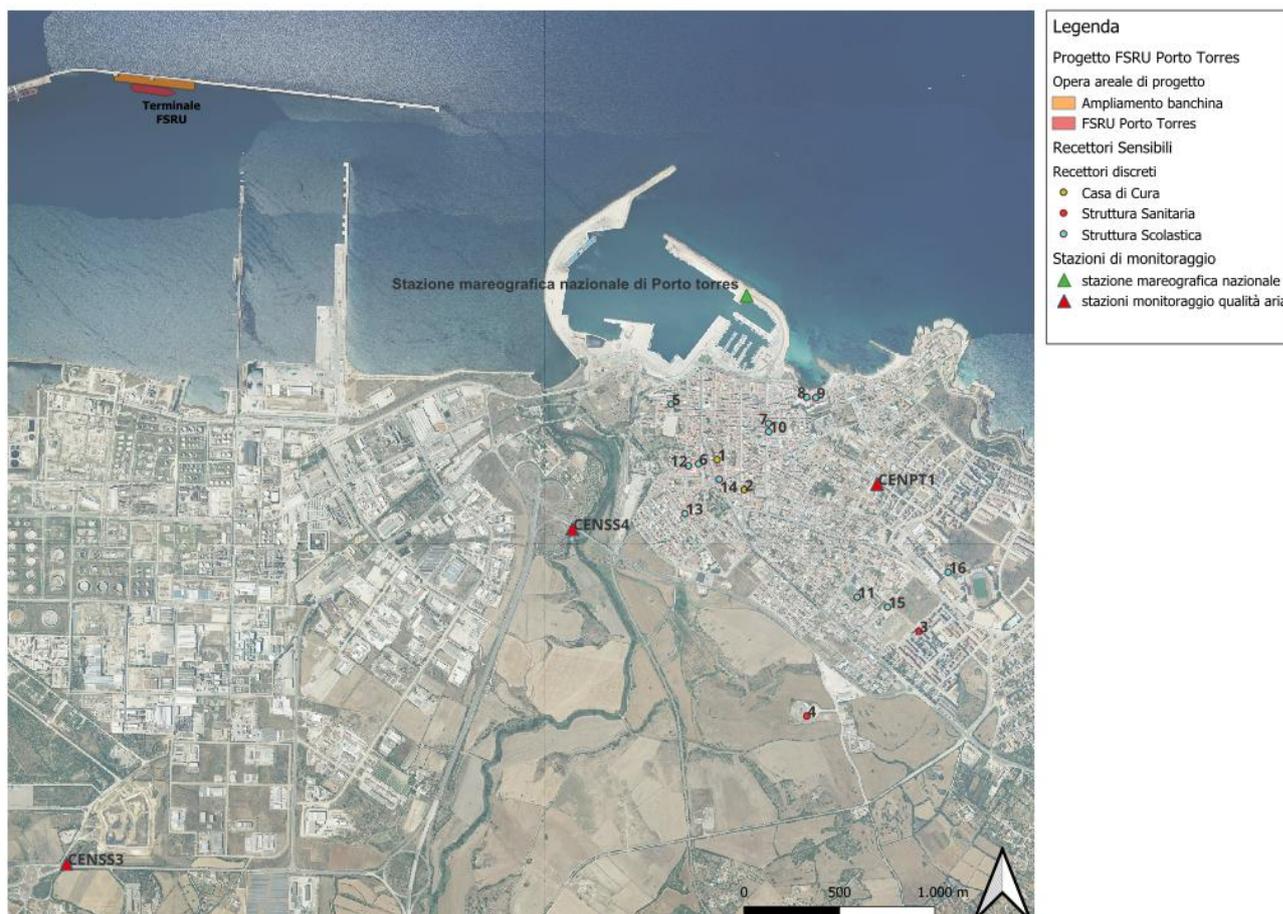


Figura 3.1: Ubicazione dei ricettori sensibili considerati ai fini delle analisi

Nelle tabelle seguenti si riportano (con relative coordinate) l'elenco dei ricettori sensibili identificati e le 3 centraline fisse della rete di misura di qualità ubicate nel Comune di Porto Torres, anch'esse considerate ai fini dell'analisi, con lo scopo in particolare di valutare la sovrapposizione tra ricadute associate all'esercizio dell'opera e le concentrazioni di fondo attribuibili al contributo delle sorgenti emissive preesistenti nell'area di studio.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 32 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 3.1: Descrizione dei ricettori discreti

ID	EST WGS84- 32N (m)	NORD WGS84- 32N (m)	NOME	TIPO
1	449599,3	4520549,2	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura
2	449741,8	4520390,1	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura
3	450657,4	4519643,5	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria
4	450069,8	4519197,1	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria
5	449359,3	4520842,2	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica
6	449502,1	4520526,7	DE AMICIS	Struttura Scolastica
7	449868,3	4520740,4	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica
8	450068,5	4520879,2	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica
9	450117,8	4520876,6	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica
10	449869,8	4520696,9	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica
11	450333,2	4519824,3	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica
12	449448,3	4520517,3	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica
13	449431,6	4520264,7	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica
14	449611,0	4520445,7	I.P.I.A.	Struttura Scolastica
15	450492,6	4519771,7	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica
16	450810,1	4519955,3	VILLAGGIO SATELLITE BELLIENI	Struttura Scolastica

Tabella 3.2: Descrizione delle centraline di qualità dell'aria

ID	EST WGS84-32N (m)	NORD WGS84-32N (m)	NOME
CENSS3	446192,5	4518417,5	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO
CENPT1	450438,4	4520420,5	PORTO TORRES - VIA PERTINI
CENSS4	448841,4	4520183,5	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 33 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Sono state inoltre considerate le interferenze con le aree naturali presenti nell'area di indagine, per la cui caratterizzazione si rimanda allo Studio di Incidenza Ambientale (Doc. n. 001-ZA-E-85024). Seppur non direttamente interferiti, è stato redatto lo studio di incidenza in fase di Screening per i seguenti Siti Rete Natura 2000 (si veda anche la successiva figura):

- ZPS “Stagno di Pilo, Casaraccio e Saline di Stintino” ITB013012 a circa 6 km in direzione ovest rispetto al porto industriale;
- SIC “Dall'Isola dell'Asinara all'Argentiera” ITB013051 circa 6 km in direzione ovest rispetto al porto industriale;
- ZSC “Stagno di Pilo e Saline di Stintino” ITB010002 a circa 5,9 km in direzione ovest rispetto al porto industriale;
- ZSC “Stagno e ginepreto di Platamona” ITB010003 a circa 4,9 km in direzione est rispetto al porto industriale.

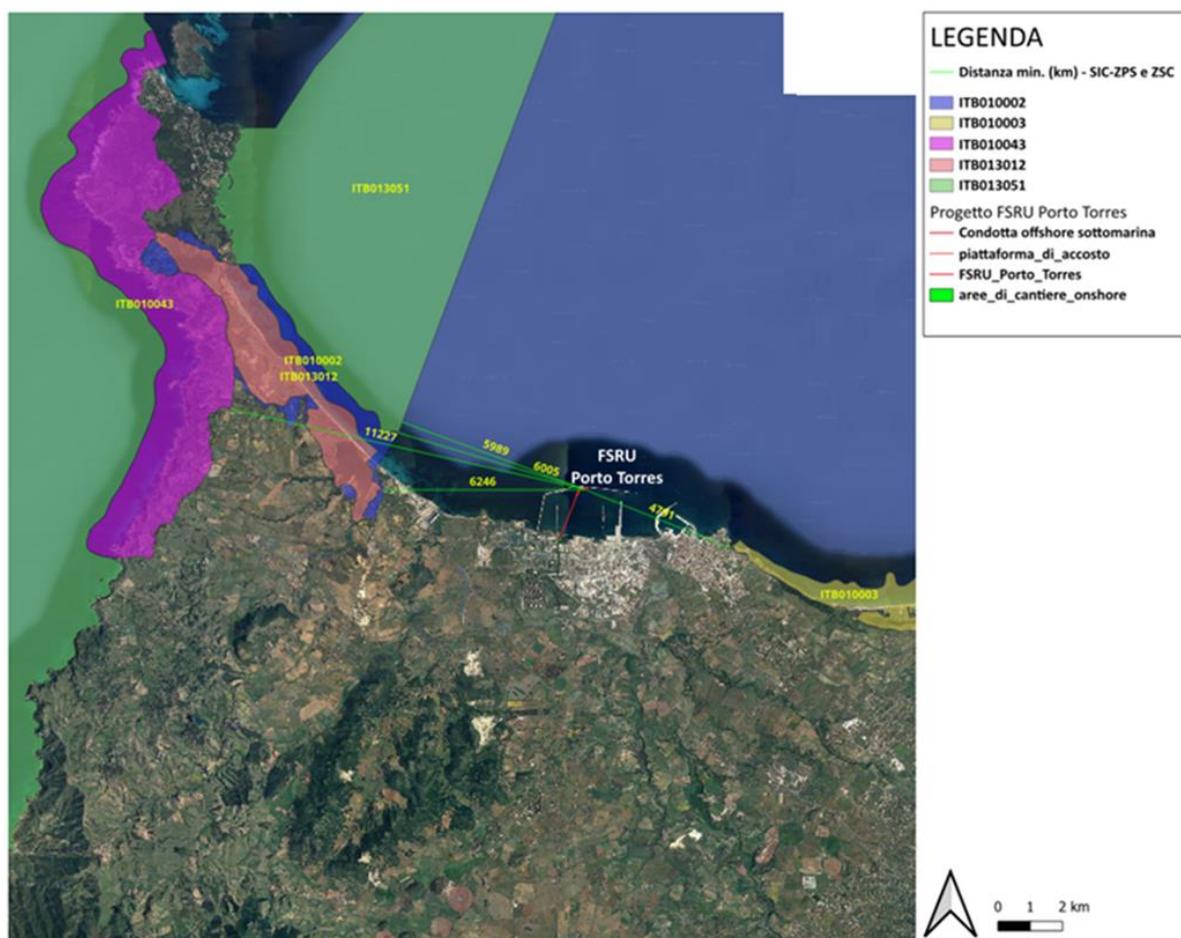


Figura 3.2: Identificazione dei Siti Rete Natura 2000 più vicini all'area di progetto

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 34 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 3.2 Descrizione del contesto industriale di riferimento

#### 3.2.1 Area Industriale di Porto Torres

Il progetto si inserisce territorialmente nell'area industriale di Porto Torres, lungo il litorale settentrionale della Sardegna, nell'area industriale compresa tra Sassari, Alghero e Porto Torres.

L'area di sviluppo industriale è delimitata a Nord dalla linea della costa, che si affaccia sul golfo dell'Asinara, ad Est dal Rio Mannu e ad Ovest dallo stagno di Pilo e si estende su circa 2.350 ha di territorio, dei quali 1.280 di proprietà delle società de gruppo ENI. Il territorio è prevalentemente pianeggiante, con alcuni rilievi a Sud dell'insediamento industriale e la quota massima è di circa 30 m s.l.m.

L'area è inoltre ben collega con la principale via di trasporto dell'isola, la strada statale 131 "Carlo Felice", che permette di raggiungere facilmente gli altri porti sardi.

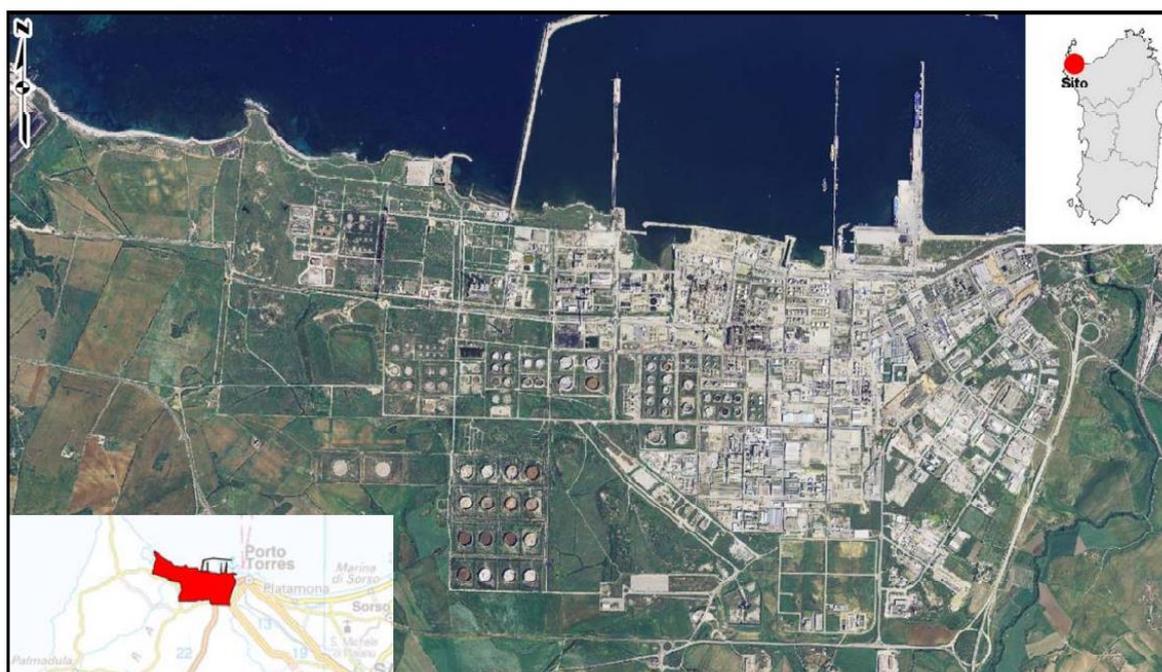


Figura 3.3: Immagine satellitare del complesso industriale di Porto Torres

L'opera di industrializzazione chimica in Sardegna fu favorita da una serie di norme, tra gli anni '50 e gli anni '60 del secolo scorso, a favore dello sviluppo del Mezzogiorno.

Nel 1962 il Credito Industriale Sardo finanziò con 883 milioni di Lire i progetti dell'Ing. Nino Rovelli; questa operazione venne sostenuta dalla volontà della regione contenuta nel "Piano di Rinascita" a cui si sommarono ulteriori provvedimenti della cassa per il

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 35 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Mezzogiorno, tra cui la nascita della SIR, Sarda Industria Resine. Con tali risorse Rovelli iniziò a costituire la nascente zona industriale.

Nel 1962 iniziò la produzione su larga scala del fenolo, seguita nel 1964 da cumene e stirene. Nel 1965 iniziò la produzione di etilene mediante steam cracking e nel 1967, in previsione di un sistema produttivo ulteriormente integrato, fu costruita la raffineria Sardoil.

Alla fine degli anni '70 iniziò la terza fase di sviluppo, con la realizzazione degli impianti Cloro e Cloroderivati, del secondo impianto di steam cracking, degli impianti per la produzione di polivinilcloruro, polistirene e polietilene, fino al 1976 anno della realizzazione dell'impianto per la produzione di Fibre Acriliche.

A seguito della crisi industriale che colpì la SIR, nei primi anni '80, lo stabilimento entrò a far parte dell'Enichem, società del Gruppo Ente Nazionale Idrocarburi (ENI), assumendo una configurazione pressoché analoga a quella attuale.

Nel 1986 gli impianti di produzione del Cloruro di Vinile Monomero (CVM) e del PoliVinilCloruro (PVC) vengono ceduti a una joint venture, tra Enichem e l'azienda inglese Imperial Chemical Industries (ICI), diventando società indipendente nel 1995 con la denominazione di European Vinyls Corporation.

Gli impianti CVM e PVC – gestiti da diverse società che si sono susseguite nel corso degli anni – rimasero in produzione sino al 2009 quando la proprietà era della Vinyls Italia Spa.

Nel 2002 viene fermato in via definitiva l'impianto Cloro-Soda. Nell'aprile del 2003 la società Enichem cambia denominazione sociale in Syndial –Attività diversificate, o, più semplicemente, Syndial. Nello stesso anno, con DM 7 febbraio 2003 viene perimetrato il Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Porto Torres (Fabri & Pasetto, 2021).

Nel gennaio 2007, attraverso la cessione del ramo d'azienda, la società Syndial Spa conferisce alla Polimeri Europa Spa tutti gli impianti produttivi, le “utility” e servizi dello stabilimento. Entrambe le società, conferente e conferitaria, fanno parte del Gruppo ENI.

Nell'ambito della cessione sono rimasti di competenza Syndial gli impianti dismessi, inclusa la loro demolizione, la messa in sicurezza dello stabilimento (barriera idraulica e impianto di trattamento acque di falda), il piano di caratterizzazione, le attività di bonifica delle aree caratterizzate da inquinamento pregresso e l'area delle discariche.

Nel 2009, a causa dell'aumento del costo del dicloroetano, vengono fermati definitivamente gli impianti Vinyls.

Nel 2010 Polimeri Europa, sempre per ragioni di mercato, sospende le produzioni dei due impianti per la produzione di prodotti intermedi, gli impianti Cumene e Fenolo.

Nel corso del 2011, nell'ambito della riconversione industriale del sito nel “più grande e innovativo polo di chimica verde al mondo”, in attuazione degli impegni del “protocollo di intesa per la Chimica Verde a Porto Torres” (Protocollo di intesa per la “chimica verde” a Porto Torres del 26 maggio 2011) sottoscritto dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri il 26 maggio 2011, Polimeri Europa modifica ulteriormente l'assetto produttivo dello stabilimento, con la messa in stato di temporanea inattività dei seguenti altri impianti/unità/sezioni:

- impianto e deposito Etilene;

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 36 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- impianto Aromatici;
- impianto Polietilene;
- sezioni dell'unità Parco Generale Stoccaggi dedicate alle unità-impianti inattivi;
- sezioni dell'unità Distribuzione Fluidi dedicate alle unità-impianti inattivi.

Con tale protocollo nell'aprile 2012 Polimeri Europa cambia denominazione in Versalis Spa e nel luglio 2012 Versalis comunica la fermata definitiva delle sopracitate unità in stato di inoperosità temporanea, inclusi gli impianti cumene e fenolo, già inoperosi dal 2010.

Nel 2012, a seguito della costituzione della joint venture tra Versalis e Novamont Spa, denominata Matrica Spa, nell'ambito del protocollo viene avviato il cantiere per la realizzazione di una bioraffineria di terza generazione. Nel Progetto della bioraffineria erano ricompresi sette impianti per la produzione di intermedi chimici biodegradabili ottenuti a partire da scarti dell'agricoltura e oli vegetali.

Nel 2014 vennero completati i primi due impianti per la produzione di bio-monomeri e biolubrificanti mentre i lavori per la realizzazione dei restanti impianti non sono mai iniziati. Negli anni 2014 e 2015 vengono fermati gli impianti di frazionamento dell'aria e di produzione di acqua demineralizzata; tali "utility" vengono oggi fornite dalla Società Italiana Acetilene e Derivati (SIAD) e da Eni Rewind rispettivamente.

### 3.2.2 Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Porto Torres

Il Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Porto Torres, identificato con la sigla "SIN 49", istituito con l'articolo 14 della Legge 31 luglio 2002 n. 179, è situato nel comprensorio nord-occidentale della Sardegna, si sviluppa a ridosso del Golfo dell'Asinara (area protetta), a ponente della città di Porto Torres e si estende sul territorio dei comuni di Porto Torres e Sassari, per una superficie complessiva di oltre 4500 ha. L'area perimetrata del S.I.N., di superficie complessiva pari a oltre 4600 ettari, è suddivisa in: circa 1870 ettari di aree a terra e circa 2740 ettari di aree a mare e include aree pubbliche e aree private (nel SIN operano oltre 140 soggetti privati). Le aree a terra del SIN comprendono:

- l'area vasta dell'ex Stabilimento Petrolchimico, estesa su circa 1100 ettari;
- l'area della Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, estesa su circa 140 ettari;
- altre aree a destinazione industriale, estese su circa 500 ettari, dove ricadono impianti attivi e dismessi di varia natura (industrie chimiche, meccaniche, stabilimenti di laterizi), tra cui le aree del Consorzio Provinciale Industriale di Sassari: aree libere consortili, discarica consortile, depuratore consortile, per un totale di circa 250 ettari.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 37 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 3.2.3 Sintesi della Storia produttiva del SIN

L'area agricola posta ad Ovest di Porto Torres è stata destinata ad un uso industriale a partire dagli anni '60, con l'insediamento di impianti per la chimica di base a partire dal greggio.

A partire dal 1964 la SIR (Sarda Industrie Resine, facente capo al gruppo Società Italiana Resine) avvia l'impianto di fenolo-acetone e quelli di cumene e stirolo e, a seguire, il primo steam-cracking per la produzione autonoma di etilene. Nel 1967 è avviata la raffineria Sardoil. Sul finire degli anni Sessanta sono realizzati ulteriori impianti, con l'introduzione di nuove produzioni di materie plastiche, dal PVC al polistirolo, al polietilene.

All'inizio degli anni '80 il polo petrolchimico passa sotto il controllo dell'ENI (Ente Nazionale Idrocarburi), che avvia la dismissione di numerosi impianti, alcuni dei quali poi demoliti (nel 1981 chiude la raffineria Sardoil), e la vendita di rami d'azienda ad altre Società o a controllate del gruppo (Versalis, già Polimeri Europa, e Syndial).

Parallelamente al declino dell'industria chimica, si sviluppa il polo elettrico della centrale termoelettrica di Fiume Santo (prima Enel, poi Endesa, E.On. e infine Fiume Santo S.p.A. di proprietà del gruppo EPH).

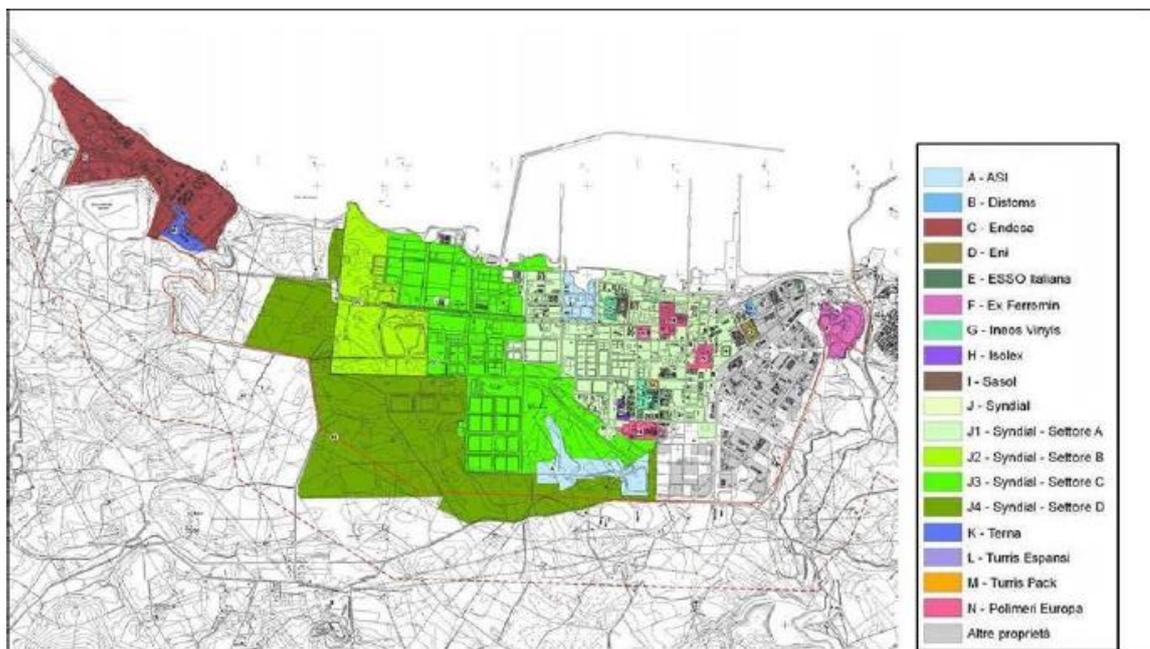


Figura 3.4: Assetto produttivo del SIN (da Puggioni, tesi PhD)

### 3.2.4 Descrizione del Porto di Porto Torres

Il porto di Porto Torres è uno dei tre principali porti della Sardegna ed è classificato II categoria, I classe (porto, o specifiche aree portuali, di rilevanza economica internazionale) rientrante nell'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna, secondo

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 38 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

il Riordino della Legislazione in materia portuale della Legge N.84 del 28 Gennaio 1994 (con la Legge di Bilancio 2018-art.1, comma 577, L.27 dicembre 2017, n. 205, a decorrere dal 1° gennaio 2018).

Il porto è inoltre comprensivo, ai sensi del DM 7 aprile 1999, sia dell'ambito industriale che di quello commerciale.

L'ambito portuale è delimitato per la parte mare, dai seguenti punti:

- Fanale rosso E.F. 1449 (molo di levante del bacino industriale)
- Lat.40°50',54" N – Long. 008° 22',45" E
- Fanale verde E.F. 1439 (diga foranea del bacino industriale)
- Lat.40°51',00" N – Long. 008° 23',5" E

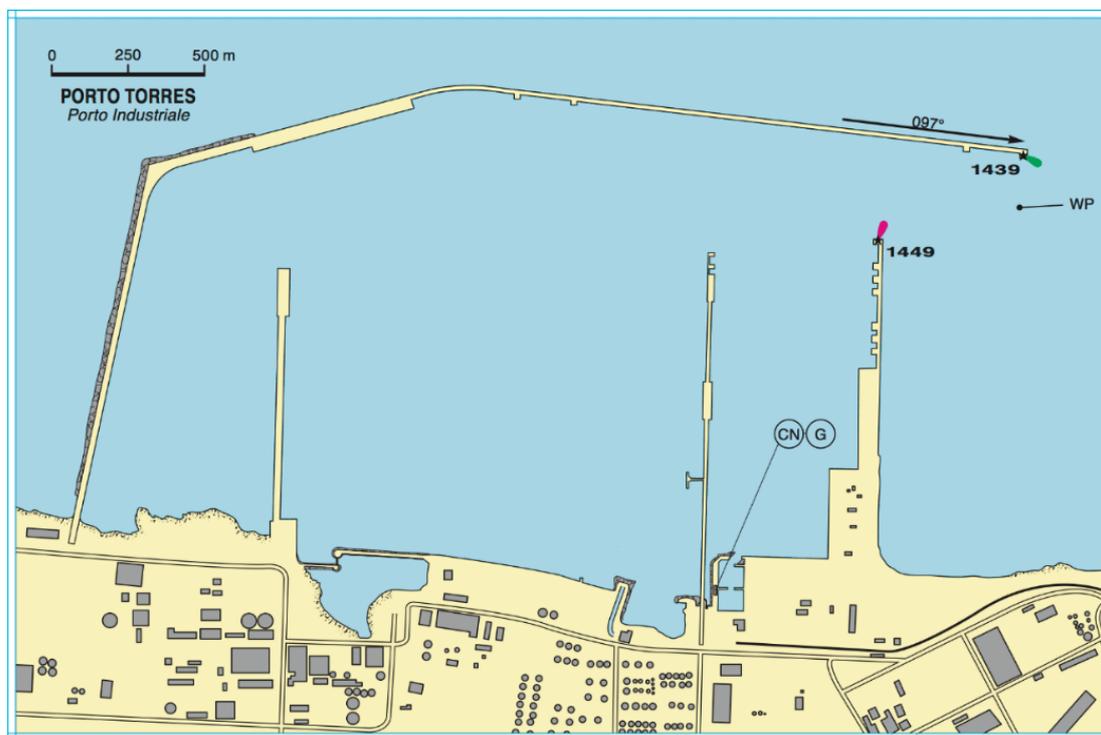


Figura 3.5: Ambito portuale di Porto Torres

È presente, in ambito portuale, un'attività industriale soggetta alla normativa in materia di prevenzione di rischi di incidente rilevante, costituita dallo stabilimento gestito da Versalis, con due pontili in concessione:

- Pontile n. 1 – carichi liquidi (operativo);
- Pontile n. 2 – carichi secchi (dismesso).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 39 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



Figura 3.6: Porto Industriale di Porto Torres (CIP Sassari)

Presso il pontile n. 1 sono, attualmente, operative quattro piattaforme con otto accosti per l'ormeggio di navi cisterna che trasportano prodotti petroliferi e chimici. È, inoltre, presente sul territorio un'attività di rilevanza strategica per il settore dell'approvvigionamento di energia, costituita dalla Centrale Termoelettrica di Fiume Santo della Società EP, con un tratto di banchina in concessione presso la diga foranea del bacino industriale, ove è presente l'accosto per l'ormeggio di navi carboniere.

Il Molo di Levante del bacino industriale (c.d. molo ASI) è attrezzato con tre accosti, normalmente utilizzati per l'ormeggio di portarinfuse secche e di navi traghetto in servizio di linea.

Presso il molo ASI è presente, inoltre, un'attività cantieristica situata sul piazzale in concessione, il cui ormeggio prospiciente viene normalmente utilizzato per le operazioni di alaggio e varo di imbarcazioni da diporto. Presso la stessa banchina vengono saltuariamente ormeggiate navi di piccolo tonnellaggio che trasportano granaglie e materiale alla rinfusa.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 40 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 3.3 Stato di qualità dell'aria

#### 3.3.1 Normativa di riferimento

Gli standard di qualità dell'aria ad oggi vigenti e stabiliti dalla normativa nazionale sono regolati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, N.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. N. 216 del 15 settembre 2010 (Suppl. Ordinario N. 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 3.3: Valori Limite e Livelli Critici per i Principali Inquinanti Atmosferici, Decreto Legislativo 13 agosto 2010, N. 155*

Periodo di Mediazione	Valore Limite/Livello Critico
<b>BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)</b>	
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> (1) da non superare più di 24 volte per anno civile
24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>) (*)</b>	
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>OSSIDI DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)</b>	
anno civile (protezione della vegetazione)	30 µg/m <sup>3</sup>
<b>POLVERI SOTTILI (PM<sub>10</sub>) (**)</b>	
24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
<b>POLVERI SOTTILI (PM<sub>2,5</sub>)</b>	
<b>FASE I</b>	
anno civile	25 µg/m <sup>3</sup> (3-bis)
<b>FASE II</b>	
anno civile	(4)
<b>PIOMBO (Pb)</b>	
anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup> (3)
<b>BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) (*)</b>	
anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)</b>	
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m <sup>3</sup> (1)

Note:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 41 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

(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/m<sup>3</sup> 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 3.4: Ozono – Valori Obiettivo e Obiettivi a Lungo Termine**

Finalità	Valori Obiettivo	
	Periodo di Mediazione	Valore Obiettivo
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h <sup>(1)</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni <sup>(2)</sup>
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 <sup>(3)</sup> (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18.000 µg/m <sup>3</sup> h come media su 5 anni <sup>(2)</sup>
Protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	120 µg/m <sup>3</sup>
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6,000 µg/m <sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 42 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Per l'ozono trovano applicazione anche le soglie di informazione e di allarme di seguito richiamate:

<b>Soglia di informazione sulla media oraria:</b>	180 µg/m <sup>3</sup> (da non superare)
<b>Soglia di allarme sulla media oraria:</b>	240 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 3 ore consecutive)

Con riferimento al D.Lgs. 155/2010, si riportano, infine, i Valori Obiettivo stabiliti dalla normativa vigente per Benzo(a)Pirene e per i metalli Arsenico (As), Cadmio (Cd) e Nichel (Ni).

Tabella 3.5 Valori Obiettivo ex D.Lgs. 155/2010 per Benzo(a)Pirene, As, Cd e Ni

Inquinante	Valore Obiettivo
Benzo(a)Pirene - B(a)P	1,0 ng/m <sup>3</sup> come media annuale
Arsenico - As	6,0 ng/m <sup>3</sup> come media annuale
Cadmio - Cd	5,0 ng/ m <sup>3</sup> come media annuale
Nichel - Ni	20,0 ng/ m <sup>3</sup> come media annuale

Per quanto riguarda la formaldeide, invece, a livello di qualità dell'aria non è presente un limite normativo ai sensi del D.Lgs. 155/2010. In mancanza di un valore derivante dalla normativa nazionale, le ricadute al suolo associate all'esercizio della FSRU ed analizzate nel presente documento sono state analizzate con riferimento al valore guida suggerito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel documento "Air quality guidelines for Europe, 2<sup>nd</sup> edition" (World Health Organization, 2000), pari a 100 µg/m<sup>3</sup> (0,1 mg/m<sup>3</sup>) come media su 30 minuti.

Si evidenzia inoltre che nel 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha aggiornato le proprie Linee Guida (World Health Organization, 2021), per le quali è disponibile anche la traduzione in italiano del 2022 (World Health Organization, 2022) ed ha individuato, per sei inquinanti principali (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo, monossido di carbonio), i livelli di qualità dell'aria da raggiungere per proteggere la salute umana.

I livelli guida (AQG), cioè le concentrazioni in aria di inquinanti al di sotto delle quali, secondo le evidenze scientifiche disponibili, non sono attesi effetti avversi per la salute, costituiscono, quindi, uno strumento per valutare l'esposizione della popolazione a livelli di inquinanti potenzialmente dannosi per la salute, oltre a fornire un importante riferimento nel fissare gli standard e gli obiettivi normativi, tra cui l'attuale revisione della direttiva europea (Bruxelles, 26.10.2022 - COM(2022) 542 final) "Proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa (rifusione)".

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 43 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Nella seguente tabella si riportano i livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (traduzione in italiano 2022).

Tabella 3.6: Valori di riferimento (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (la tabella riporta anche gli obiettivi intermedi) – WHO 2022

Inquinante	Tempo di media	Obiettivo intermedio				Livello AQG
		1	2	3	4	
PM <sub>2,5</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annuale	35	25	15	10	5
	24 ore <sup>a</sup>	75	50	37,5	25	15
PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annuale	70	50	30	20	15
	24 ore <sup>a</sup>	150	100	75	50	45
O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Picco stagionale <sup>b</sup>	100	70	-	-	60
	8 ore <sup>a</sup>	160	120	-	-	100
NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annuale	40	30	20	-	10
	24 ore <sup>a</sup>	120	50	-	-	25
SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	24 ore <sup>a</sup>	125	50	-	-	40
CO, mg/m <sup>3</sup>	24 ore <sup>a</sup>	7	-	-	-	4

<sup>a</sup> 99° percentile (ovvero 3-4 giorni di superamento all'anno).

<sup>b</sup> Media della concentrazione media giornaliera massima su 8 ore di O<sub>3</sub> nei sei mesi consecutivi con la più alta concentrazione media mobile semestrale di O<sub>3</sub>.

Si richiama, inoltre, per completezza, nella seguente tabella, la proposta di valori limite per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030, tratta dalla Tabella 1 della Sezione 1 dell'Allegato I alla proposta di rifusione della direttiva (Bruxelles, 26.10.2022 - COM(2022) 542 final).

Tabella 3.7: Valori limite proposti per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030 (Direttiva COM(2022) 542 final)

Inquinante	Periodo di mediazione	Proposta di valore limite
PM <sub>2,5</sub>	1 giorno	25 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno)
	Anno civile	10 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	1 giorno	45 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno)
	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 1 volta per anno)

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 44 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Inquinante	Periodo di mediazione	Proposta di valore limite
	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno)
	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 1 volta per anno)
	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno)
	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>
Benzene	Anno civile	3,4 µg/m <sup>3</sup>
CO	Max media giorn. 8 H	10 mg/m <sup>3</sup>
	1 giorno	4 mg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 18 volte per anno)
Piombo (Pb)	Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico (As)	Anno civile	6,0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)	Anno civile	5,0 ng/m <sup>3</sup>
Nickel (Ni)	Anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene	Anno civile	1,0 ng/m <sup>3</sup>

Si evidenzia comunque che, nell'ambito del presente progetto, le analisi sono state condotte con riferimento ai valori limite di qualità dell'aria attualmente in vigore e ai valori suggeriti dalle linee guida OMS. Questi ultimi, in particolare, riportano valori limite per le medie annue più stringenti rispetto alle corrispettive proposte di valori limite per la protezione della salute umana da raggiungere entro il 1° gennaio 2030 riportate nella precedente tabella.

Per quanto riguarda le ricadute orarie e giornaliere, invece, si evidenzia come i valori proposti al 2030 non risultano ancora approvati a livello comunitario né tantomeno recepiti a livello nazionale e, pertanto, ai fini del presente progetto si è ritenuto più opportuno continuare a fare riferimento ai valori limite di qualità dell'aria stabiliti dalla normativa nazionale oltre ai valori indicati dall'OMS per la salvaguardia della salute della popolazione.

### 3.3.2 Rete di Monitoraggio ARPAS

Il presente paragrafo è dedicato all'analisi della qualità dell'aria nell'area interessata dal progetto. Nel seguito sono mostrate le informazioni riferite alle centraline di monitoraggio appartenenti all'area di Porto Torres, sulla base di quanto dedotto dalle Relazioni annuali sulla qualità dell'aria disponibili sul portale di ARPA Sardegna (ARPAS). L'ARPAS è il soggetto competente a gestire la Rete di monitoraggio della qualità dell'aria nella Regione. La suddetta Rete è stata progettata e realizzata nel decennio 1985-1995 ed è, attualmente, oggetto di adeguamento e ristrutturazione attraverso un programma graduale di dismissione di alcune stazioni.

Nella tabella che segue vengono indicate le stazioni di monitoraggio appartenenti alla zona industriale di Porto Torres, con indicazione delle modifiche a cui sono state sottoposte nel corso delle diverse annualità.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 45 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 3.8: Ristrutturazione rete di monitoraggio ARPAS nell'area di Porto Torres (Fonte: ARPAS)*

Area	Stazione	Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria	Stazioni dismesse il 01/10/2018	Stazioni da dismettere entro il 2022
Zona Industriale Porto Torres	CENPT1	✓		
	CENSS3	✓		
	CENSS4	✓		
	CENSS2			✓
	CENSS5		✓	
	CENSS8		✓	

Come evidenziato dalla tabella, la stazione CENSS2 è stata oggetto di dismissione nell'anno 2022, mentre le centraline CENSS5 e CENSS6 sono state dismesse a partire dal 01/10/2018.

Le stazioni di interesse per l'area di studio sono rappresentate, dunque, dalle centraline CENPT1, CENSS3 e CENSS4, i cui parametri rilevati sono sintetizzati nella tabella sottostante.

*Tabella 3.9: Parametri rilevati nelle stazioni attive nella zona di Porto Torres per il 2022 (Fonte: ARPAS - Relazione annuale sulla qualità dell'aria per l'anno 2022)*

Area	Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	PM2,5
Zona Industriale Porto Torres	CENPT1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	CENSS3		✓	✓	✓	✓	✓	
	CENSS4	✓		✓		✓	✓	

Le tre stazioni attive sono dislocate in area industriale (CENSS3), a protezione del centro abitato (CENSS4) e nel centro urbano (CENPT1) (si veda la figura sottostante).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 46 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

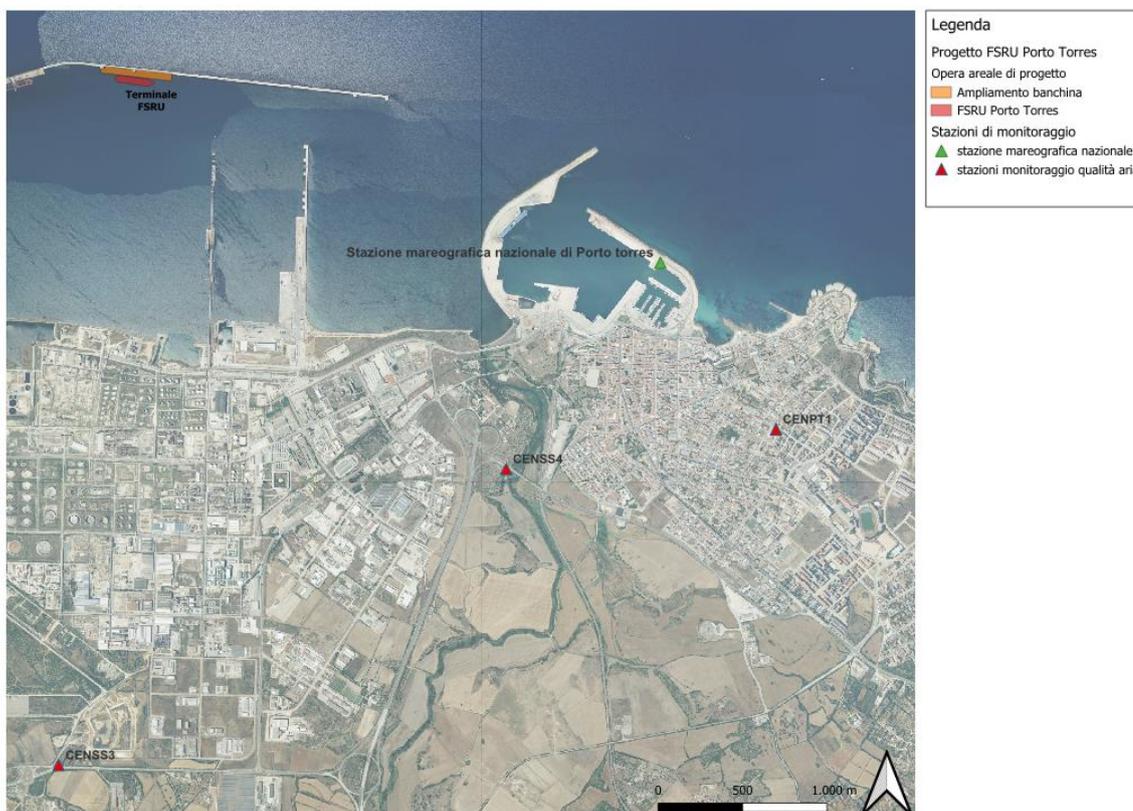


Figura 3.7: Ubicazione stazioni di misura Porto Torres

Ai fini dell'inquadratura della qualità dell'aria per l'area di interesse, si è fatto riferimento alla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2022" (RAS, ARPAS, 2023). Per poter fornire un quadro ancora più esaustivo, con riferimento agli inquinanti disponibili, si riportano anche le informazioni sintetizzate nei report mensili di ARPA Sardegna per il 2023 e, relativamente alle mensilità attualmente disponibili (gennaio e febbraio), gli indicatori rilevati per il 2024 (ARPAS – Report mensili qualità dell'aria, Sito Web).

Nell'area di Porto Torres, le stazioni della Rete hanno una percentuale media di dati validi per l'anno in esame pari al 95%.

Con riferimento ai dati rilevati nell'ultimo anno (2022) della serie riportata nella Relazione annuale sulla qualità dell'aria e ai successivi monitoraggi del 2023 e delle mensilità disponibili per il 2024, le stazioni di misura hanno registrato il seguente numero di superamenti:

- per il valore obiettivo per l'O<sub>3</sub> (120 µg/m<sup>3</sup> sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 5 superamenti della media triennale nella CENPT1 e 3 nella CENSS3 nel 2022;
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup> sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 12

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 47 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

superamenti nella CENPT1 e 9 nella CENSS4 nel 2022. Nel 2023 e 2024 (Gen-Feb), inoltre, sono stati registrati rispettivamente 6 e 1 superamento presso CENPT1, 3 e 1 superamento in CENSS3, mentre 3 e 1 superamento in CENSS4.

Per quanto riguarda le misure di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), i valori medi annui del 2022 si attestano tra 0,9 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1) e 1,8 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4), nel rispetto del limite di legge di 5 µg/m<sup>3</sup>. L'andamento appare stabile sul lungo periodo, coerente tra le due stazioni di misura. Nell'anno 2023 e per i primi due mesi del 2024, la massima media mensile per il Benzene varia nel range compreso tra 0,8 e 2,2 µg/m<sup>3</sup>.

Il monossido di carbonio (CO) presenta nel 2022 una massima media oraria di otto ore tra 0,3 mg/m<sup>3</sup> (CENSS3) e 0,9 mg/m<sup>3</sup> (CENPT1), decisamente entro il limite di legge di 10 mg/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), nel 2022, la massima media annua varia tra 5 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4) e 9 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1), mentre la massima media oraria tra 52 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4) e 91 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1), con valori che si mantengono distanti dai limiti di legge. I livelli sono contenuti e stabili nel tempo. Nell'anno 2023 e per i primi due mesi del 2024 si registrano concentrazioni massime orarie di NO<sub>2</sub> che si attestano tra un livello minimo pari circa a 36 µg/m<sup>3</sup> ed un massimo di 92 µg/m<sup>3</sup>.

L'ozono (O<sub>3</sub>), nel 2022, presenta una massima media mobile di otto ore che oscilla tra 132 µg/m<sup>3</sup> (CENSS3) e 138 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1); la massima media oraria tra 137 µg/m<sup>3</sup> (CENSS3) e 141 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1), valori al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup>). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione.

Per quanto concerne il particolato, il PM10 presenta, per il 2022, una media annuale che varia tra 15 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4) e 23 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1) e una massima media giornaliera tra 47 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4) e 134 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1), senza violazioni normative. Il confronto mostra una situazione di stabilità per tutte le stazioni, con medie annuali di circa 20 µg/m<sup>3</sup> e superamenti molto limitati, sebbene sia evidente un deciso aumento nel 2022 nelle stazioni CENPT1 e CENSS4. Per l'anno 2023 e per i primi due mesi del 2024 le massime medie giornaliere risultano generalmente entro la soglia normativa, con superamenti contenuti e inferiori ai limiti di legge.

Nelle tabelle seguenti, per maggiore chiarezza espositiva, vengono riepilogati i dati delle concentrazioni degli inquinanti (Benzene, Biossido di azoto, PM10) registrate nel periodo 2013-2022 dalle centraline di qualità dell'aria di interesse, come desumibili dalla sopra citata "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2022".

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 48 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 3.10: Medie annuali di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres

$\text{C}_6\text{H}_6$ Medie annuali	Stazione	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Porto Torres	CENPT1	1,7	1,4	1,3	0,8	1,1	1,4	1,5	1,2	0,8	0,9
	CENSS4	-	-	1,3	0,8	1,5	1,0	1,1	0,8	1,3	1,2

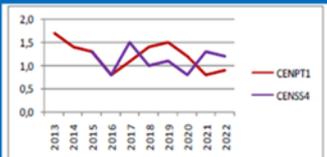


Tabella 3.11: Medie annuali di biossido di azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres

$\text{NO}_2$ Medie annuali	Stazione	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Porto Torres	CENPT1	8,0	7,2	5,8	8,4	9,5	8,8	8,6	7,9	8,4	8,9
	CENSS3	8,6	6,4	8,5	8,7	8,5	6,4	8,6	7,5	6,9	6,9
	CENSS4	7,1	7,5	8,4	8,0	12,1	6,5	6,2	4,6	5,0	5,2

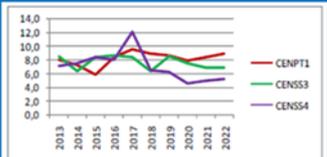


Tabella 3.12: Medie annuali di  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - Area di Porto Torres

$\text{PM}_{10}$ Medie annuali	Stazione	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Porto Torres	CENPT1	23,2	21,5	21,1	19,9	19,8	20,2	20,4	17,8	18,9	23,3
	CENSS3	16,6	15,6	15,7	14,9	16,0	19,4	16,9	14,5	16,6	15,5
	CENSS4	14,5	15,5	14,6	13,6	14,0	14,2	14,8	13,6	14,7	18,1

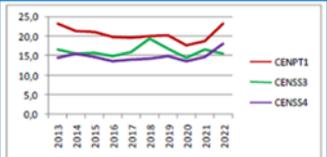
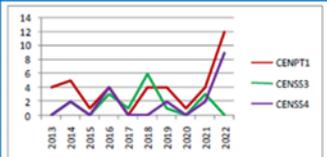


Tabella 3.13: Superamenti di  $\text{PM}_{10}$  - Area di Porto Torres

$\text{PM}_{10}$ Superamenti	Stazione	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Porto Torres	CENPT1	4	5	1	4	0	4	4	1	4	12
	CENSS3	0	2	0	3	1	6	1	0	3	0
	CENSS4	0	2	0	4	0	0	2	0	2	9



Per quanto concerne il particolato, nelle stazioni CENPT1, CENSS3 e CENSS4 sono misurate anche le concentrazioni annuali dei metalli nella frazione  $\text{PM}_{10}$ ; nelle tabelle

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 49 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

seguenti sono riportati i risultati registrati nel 2019<sup>4</sup>, nel 2021 e nel 2022<sup>5</sup> (non si riportano i dati del 2020 perché riferiti ad un'annualità non ritenuta rappresentativa a causa della concomitante emergenza pandemica COVID-19).

Tabella 3.14: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2019

Stazione	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,147	0,024	0,061	0,869	1,883
CENSS3*	0,148	0,025	0,062	1,110	1,331
CENSS4*	0,162	0,046	0,061	1,270	1,436

Tabella 3.15: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2021

Stazione	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,207	0,044	0,062	2,099	2,267
CENSS3*	0,194	0,031	0,062	1,313	1,350
CENSS4*	0,539	0,031	0,061	1,400	1,488

Tabella 3.16: Concentrazione metalli nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2022

Stazione	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,205	0,041	0,065	1,854	2,357
CENSS3*	0,176	0,024	0,061	0,893	0,917
CENSS4*	0,207	0,033	0,061	1,359	4,093

Come desumibile dalle tabelle riportate, per le annualità 2019, 2021 e 2022, in relazione all'arsenico e al cadmio, tutti i valori sono al di sotto del valore obiettivo (media annuale rispettivamente di 6,0 ng/m<sup>3</sup> e 5,0 ng/m<sup>3</sup>). I valori del mercurio sono al di sotto del limite di rilevabilità strumentale e quelli del nichel sono decisamente contenuti e al di sotto del valore obiettivo (media annuale di 20,0 ng/m<sup>3</sup>). Tutti i valori del piombo sono ampiamente al di sotto del valore limite (media annuale di 500 ng/m<sup>3</sup>).

<sup>4</sup> Dati desunti dalla "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019" (RAS ARPAS, 2020).

<sup>5</sup> Per il 2021 e il 2022 sono indicate in giallo le stazioni più rappresentative dello stato di qualità dell'aria per le quali sono stati previsti campionamenti mensili (grado di copertura annuale: mensilmente 15 campioni per i metalli e 15 per gli IPA, distribuiti a giorni alterni). Per le stazioni evidenziate con "\*", sono state previste misure indicative (grado di copertura stagionale: 4 campionamenti di 15 giorni).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 50 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Nelle stazioni CENPT1, CENSS3 e CENSS4 sono misurate anche le concentrazioni annuali degli IPA nella frazione PM<sub>10</sub>; nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati inerenti al 2019, 2021 e 2022.

Tabella 3.17: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2019

Stazione	Benzo(a)pirene ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,168
CENSS3*	0,027
CENSS4*	0,037

Tabella 3.18: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2021

Stazione	Benzo(a)pirene ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,173
CENSS3*	0,031
CENSS4*	0,039

Tabella 3.19: Concentrazione IPA nella frazione PM10 a Porto Torres nell'anno 2022

Stazione	Benzo(a)pirene ng/m <sup>3</sup>
CENPT1	0,169
CENSS3*	0,033
CENSS4*	0,035

In tutte le stazioni, i valori rilevati sono al di sotto del valore obiettivo (media annuale di 1,0 ng/m<sup>3</sup>), per le diverse annualità considerate.

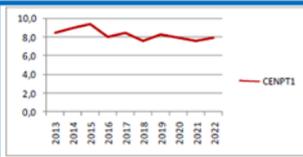
Per quanto riguarda il PM<sub>2,5</sub>, misurato nella stazione CENPT1, si registra una media annua al 2022 di 8 µg/m<sup>3</sup>, valore che rispetta decisamente il limite di legge di 25 µg/m<sup>3</sup>. I livelli sono contenuti e stabili nel lungo periodo (2013-2022), come evidenziato dalla tabella che segue. Per l'anno 2023 la concentrazione media annua si conferma pari a circa 8 µg/m<sup>3</sup>, analogamente a quanto si verifica nei primi due mesi del 2024.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 51 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 3.20: Medie annuali di PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) - Area di Porto Torres

PM <sub>2,5</sub> Medie annuali	Stazione	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Porto Torres	CENPT1	8,5	9	9,4	8	8,5	7,6	8,3	7,9	7,6	7,9



Per quanto riguarda l'anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), le massime medie giornaliere del 2022 variano tra 1 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1) e 2 µg/m<sup>3</sup> (CENSS3), mentre le massime medie orarie tra 4 µg/m<sup>3</sup> (CENPT1) e 5 µg/m<sup>3</sup> (CENSS1 e CENSS4). I valori registrati sono contenuti e modesti. Anche nel periodo gennaio 2023-febbraio 2024, le massime medie giornaliere e le massime medie orarie sono sempre risultate contenute, variando in un range compreso tra 1 e 6 µg/m<sup>3</sup>.

Sulla scorta di quanto fin qui evidenziato è possibile affermare che a Porto Torres la situazione registrata nel periodo storico in esame è risultata entro i limiti di legge per tutti gli inquinanti monitorati.

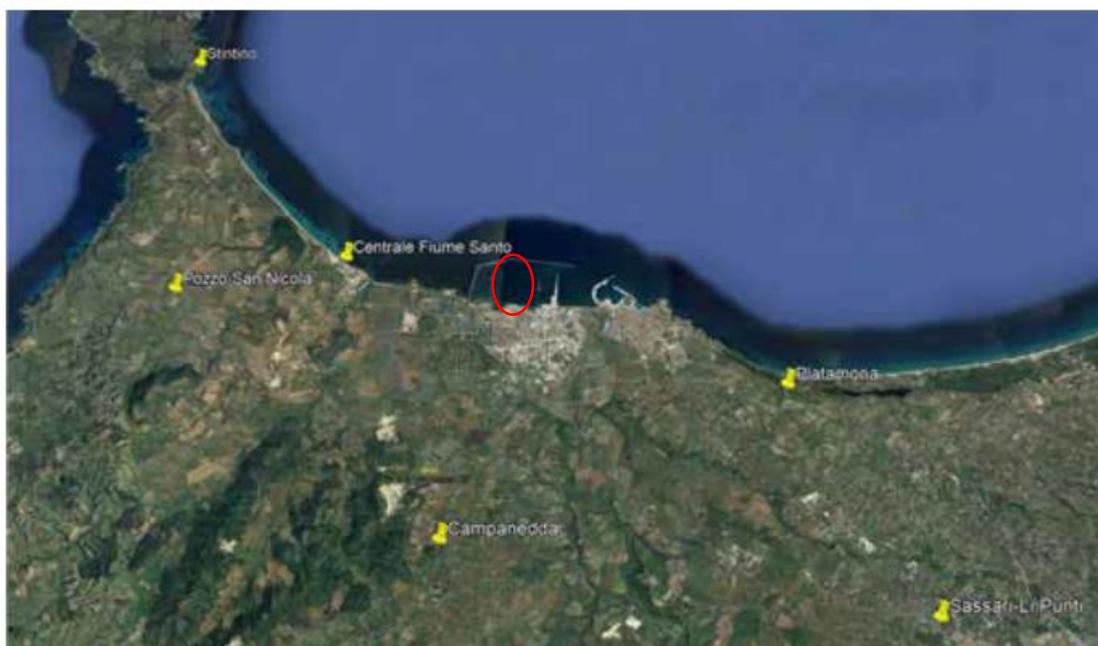
### 3.3.3 Altre reti di monitoraggio

In aggiunta a quanto riportato nel paragrafo precedente, con riferimento ai dati monitorati dalle centraline della rete di monitoraggio ARPAS ubicate nel Comune di Porto Torres, si segnala che l'area più vasta che circonda il Polo Industriale di Porto Torres è oggetto da anni di dedicati monitoraggi della qualità dell'aria attraverso l'installazione di centraline di misura private.

In particolare, si segnala che, nell'ambito dei monitoraggi attivi per la Centrale EP di Fiume Santo, come si evince dalle relative Dichiarazioni Ambientali (in particolare, si veda la Dichiarazione Ambientale 2022, che riporta i dati aggiornati al 31.12.2022), la qualità dell'aria del territorio che circonda la Centrale è oggetto di monitoraggio tramite cinque postazioni nelle località di Li Punti, Campanedda, Platamona, Pozzo San Nicola e Stintino (si veda la figura seguente).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 52 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



*Figura 3.8: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria della rete di monitoraggio della Centrale EP di Fiume Santo (in rosso l'area di progetto del Terminale)*

Come si può però osservare, queste centraline risultano ubicate a una distanza maggiore dall'area di progetto rispetto a quelle della rete di monitoraggio ARPAS mostrate nella precedente Figura 3.8.

Come mostrano le mappe di ricaduta ricostruite per i diversi scenari emissivi simulati e illustrate nel successivo Capitolo 5, le ricadute dell'iniziativa in esame interesseranno principalmente il Comune di Porto Torres, senza andare ad interferire con la qualità dell'aria a distanze maggiori come quelle delle stazioni della rete di monitoraggio privata appena indicata.

Pertanto, nel prosieguo della trattazione, il confronto delle ricadute con i valori di fondo si è concentrato esclusivamente sui dati monitorati dalle centraline della rete ARPAS attive nel Comune di Porto Torres.

Per completezza, si richiamano di seguito delle tabelle che riassumono i livelli di qualità dell'aria per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> monitorati dalle centraline della Centrale EP di Fiume Santo negli ultimi 3 anni disponibili (2020, 2021 e 2022), da cui si evincono livelli di qualità dell'aria pienamente conformi ai limiti di legge (i superamenti della media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> registrati per il PM<sub>10</sub> sono comunque ampiamente entro il massimo di 35 superamenti annui consentito dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 53 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

**Tabella 3.21:** Concentrazioni di SO<sub>2</sub> monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo

SO <sub>2</sub>	2020			2021			2022		
	Media*	**	***	Media*	**	***	Media*	**	***
Li Punti	0	0	0	3	0	0	2	0	0
Campanedda	1	0	0	3	0	0	4	0	0
Platamona	1	0	0	1	0	0	0	0	0
P. San Nicola	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Stintino	2	0	0	4	0	0	0	0	0

**Legenda** \*: Media delle concentrazioni medie orarie nell'arco del periodo.  
 \*\*: Numero medie giornaliere superiori al valore limite.  
 \*\*\*: Numero medie orarie superiori al valore limite.

**Tabella 3.22:** Concentrazioni di NO<sub>2</sub> monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo

NO <sub>2</sub>	2020		2021		2022	
	Media*	**	Media*	**	Media*	**
Li Punti	3	0	4	0	5	0
Campanedda	0	0	2	0	1	0
Platamona	0	0	0	0	1	0
P. San Nicola	1	0	2	0	4	0
Stintino	0	0	0	0	1	0

**Legenda** \*: Media delle concentrazioni medie orarie nell'arco del periodo.  
 \*\*: Numero medie orarie superiori al valore limite.

**Tabella 3.23:** Concentrazioni di particolato PM10 monitorate dalle centraline della rete della Centrale EP di Fiume Santo

PM10	2020		2021		2022	
	Media*	**	Media*	**	Media*	**
Li Punti	12	0	13	3	11	4
Campanedda	8	0	9	1	13	3
Platamona	10	0	14	1	18	7
P. San Nicola	11	0	12	1	14	3
Stintino	12	1	13	1	13	5

**Legenda** \*: Media delle concentrazioni medie di 24 ore nell'arco del periodo.  
 \*\*: Numero medie giornaliere superiori al valore limite.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 54 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 3.4 Caratterizzazione Meteo-Climatica

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come Mediterraneo Interno, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde.

Quasi tutta la Regione Sardegna è classificata nel *Macrobioclima Mediterraneo*, ad eccezione delle aree più montuose della regione (Gennargentu, Limbara e alcune piccole aree nel Goceano) che possono essere classificate come clima *Temperato* e *Submediterraneo*.

Tutta l'area classificata come *Macrobioclima Mediterraneo* rientra nel *Bioclima Mediterraneo pluvistagionale oceanico*, così come le piccole porzioni di territorio con *Macrobioclima Temperato*.

La Carta Bioclimatica della Sardegna presenta 43 classi di Isobioclimi.

L'area di studio è classificata come Isobioclima "Termomediterraneo superiore, secco superiore, euceanico accentuato".

Di seguito si riportano dati di dettaglio per l'area di studio.

#### 3.4.1 Regime Termometrico e Pluviometrico

Il tipo di clima dell'area esaminata può essere definito considerando alcuni dei sistemi di classificazione tra i più utilizzati:

- secondo la formula elaborata da E. De Martonne, il calcolo dell'indice di aridità fornisce un valore di 18,6 corrispondente ad un clima di tipo semiarido.
- secondo la classificazione di Emberger, rientra nel Bioclima semiarido
- secondo Thornthwaite il clima risulta di tipo oceanico insulare.
- secondo Arrigoni (1968) appartiene all'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee, che rappresenta una variante del climax termoxerofilo tipico delle zone litoranee soprattutto della Sardegna centromeridionale, dei versanti orientali dell'isola, di parte della Nurra e delle isole sarde minori.

Il clima è quindi caratterizzato da estati calde con forte deficit idrico ma con massimi termici attenuati dall'influenza termoregolatrice del mare; da un modesto surplus idrico nell'arco dei mesi compresi tra ottobre e gennaio, e da periodo freddo quasi inesistente, con conseguente riduzione delle specie vegetali a riposo invernale.

I dati disponibili di temperatura e precipitazioni per l'area di studio sono relativi alla stazione ARPAS di Sorso (45 m s.l.m) riferiti all'intero ciclo stagionale, riportati nella tabella seguente.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 55 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 3.24: Temperature e precipitazioni medie per la Stazione di Sorso - 2013

Mese	Temperature (°C)			Precipitazioni	
	Media massime	Media giornaliera	Media minime	Precipitazioni (mm)	Giorni piovosi
Gennaio	13,3	10,1	7,0	49,9	6
Febbraio	15,5	10,3	7,1	46,6	5,6
Marzo	15,2	11,6	8,0	45,3	5,4
Aprile	17,3	13,3	9,4	33,4	4,2
Maggio	20,7	16,3	12,0	20,3	2,6
Giugno	25,6	20,6	15,7	7,4	1,1
Luglio	28,9	23,7	18,5	7,3	0,4
Agosto	28,5	23,8	19,1	9,4	1,1
Settembre	25,8	21,1	16,4	34,4	2,9
Ottobre	21,7	17,7	13,5	72,3	5,7
Novembre	17,5	13,8	10,2	87,4	7
Dicembre	14,5	11,1	7,7	71,3	6,8
Anno	20,2	16,1	12,0	485	48,7

Come si vede da questi dati, le temperature medie più elevate si raggiungono nei mesi di luglio e agosto, con quasi 29 gradi, mentre le temperature minime si riscontrano nei mesi invernali, in cui si mantengono comunque al di sopra dei 7°C.

Il regime delle precipitazioni evidenzia come il periodo più piovoso sia quella tra ottobre e marzo, con punte nei mesi ottobre-dicembre, e come invece i mesi più asciutti siano quelli di giugno e luglio, con precipitazioni molto modeste anche nel mese di agosto. Nei rimanenti periodi dell'anno le piogge sono sporadiche e a carattere temporalesco. Le piogge medie annue, coerentemente con l'andamento regionale, sono comunque assai modeste (485 mm) se confrontate con quelle delle altre regioni d'Italia.

Di seguito si riportano inoltre i dati registrati dalla stazione di Porto Torres dell'istituto Mareografico di ISPRA (Istituto Mareografico, Sito Web) ubicata in area portuale, in funzione dal 2009.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 56 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



Figura 3.9: Stazione di Porto Torres

Il grafico successivo riporta l'andamento delle temperature rilevate da Gennaio 2010 a Dicembre 2022. La temperatura è rilevata con cadenza oraria.

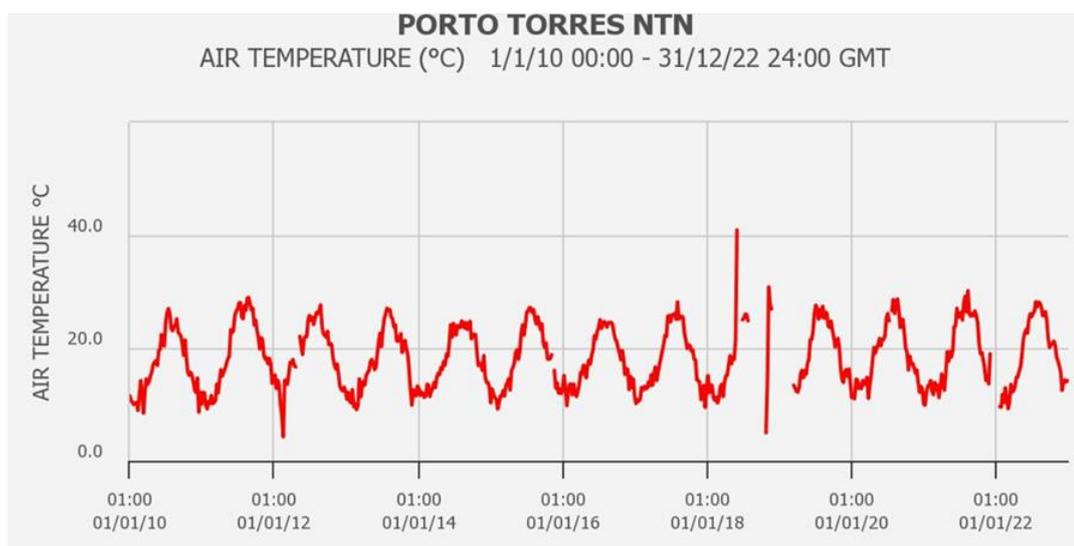


Figura 3.10: Dati della Temperatura dell'aria periodo 2010-2022

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 57 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Dal grafico si osserva che le temperature più elevate si raggiungono nei mesi di luglio e agosto, con punte di 38 gradi mentre le temperature minime si riscontrano nei mesi invernali, anche se non scendono mai sotto lo 0 e generalmente fanno rilevare temperature minime intorno ai 5-7 gradi.

### 3.4.2 Regime Anemometrico

Relativamente al regime anemometrico, si rimanda al successivo Paragrafo 4.2.1.1.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 58 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ MODELLISTICHE

Nella presente sezione viene fornita una descrizione sintetica delle caratteristiche del modello, delle principali ipotesi modellistiche effettuate in termini di input (dati meteo, sorgenti emissive, ricettori discreti), nonché degli scenari emissivi di riferimento alla base delle valutazioni relative alla dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera durante la fase di esercizio dell'iniziativa in esame.

Si anticipa che le analisi modellistiche sono state condotte con riferimento alle caratteristiche meteo-dispersive del triennio 2021-2023.

### 4.1 Descrizione del Modello CALPUFF

Il presente studio è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF (versione 7), modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie. Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle principali funzionalità del modello, mentre si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF (Scire et al., 2011) per maggiori approfondimenti di natura tecnico-matematica.

Con riferimento alla scelta dell'utilizzo di CALPUFF per il caso in esame, si evidenzia che tale strumento modellistico è stato indicato dalla U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell'aria (40 CFR Part 51 Appendix W – Gennaio 2017) per valutazioni in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento, nonché quelle legate ad ambienti marino-costieri come quello d'interesse, caratterizzati da una diversa influenza delle caratteristiche del terreno (orografia e uso suolo) nel passaggio da ambiente marino a terrestre. CALPUFF è da ritenersi pertanto un modello appropriato per le analisi nel contesto in esame.

Inoltre, il modello appartiene alla tipologia di modelli consigliati dalle linee guida lombarde (Paragrafo 10, Allegato I) e descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN\_ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta quindi che il modello CALPUFF è uno tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

CALPUFF è un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, iniziabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperature e 2D dei parametri della turbolenza;
- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 59 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- post-processore CALPOST, preposto all'estrazione dai file binary prodotti in uscita da CALPUFF.

Un diagramma di processo e delle informazioni necessarie per effettuare simulazioni di dispersione con CALMET/CALPUFF è rappresentato nella figura seguente.

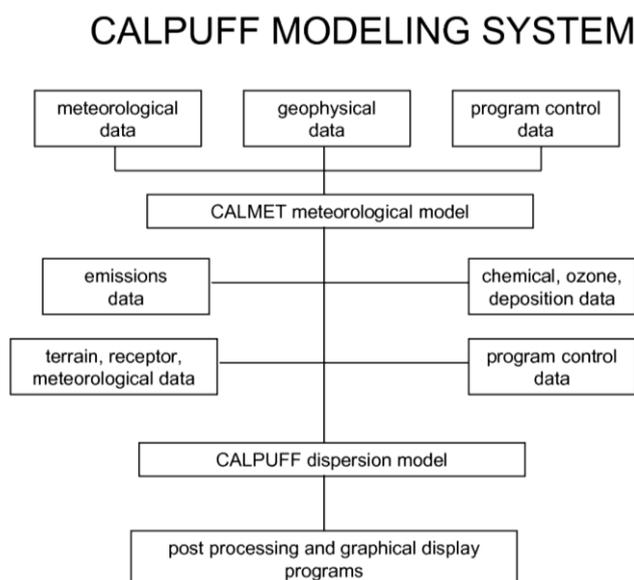


Figura 4.1: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF

In particolare, i modelli a segmenti o puff ipotizzano che la dispersione degli inquinanti avvenga in forma di “nuvolette” (i c.d. “puff”) a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o “slug”), permettendo di riprodurre la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando così alcune limitazioni dei classici e più semplici modelli di tipo gaussiano (e.g. ISC3, AERMOD).

Più nello specifico, l'emissione di inquinante viene discretizzata in una serie di singoli puff, ognuno dei quali viene trasportato all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell'emissione rispetto all'approccio tradizionale gaussiano dove è l'intero pennacchio emissivo (il c.d. “plume”) a cambiare direzione insieme al vento da istante a istante.

La differenza tra i due metodi può essere sintetizzata dal punto di vista grafico nell'immagine seguente.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 60 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

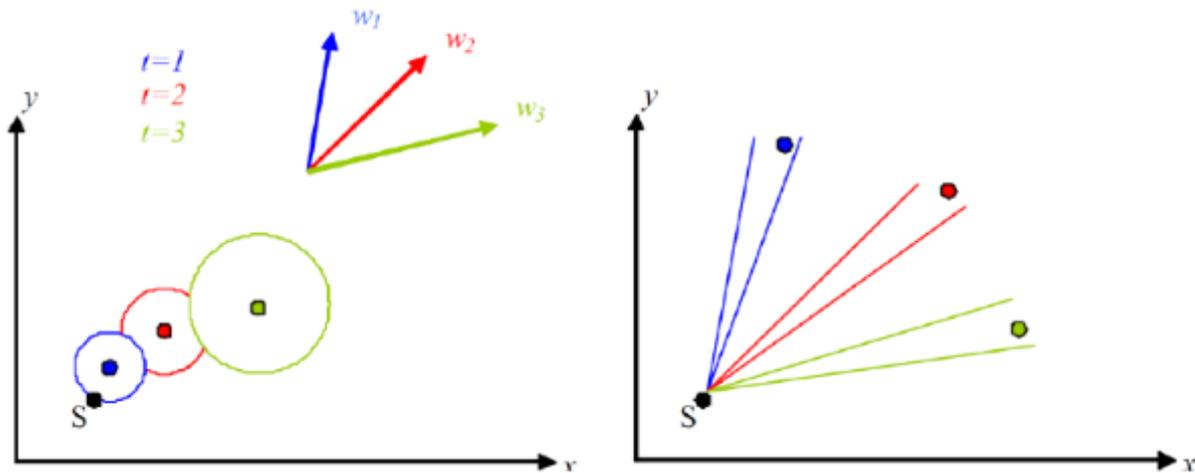


Figura 4.2: Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

Come già anticipato, i puff emessi ad un dato istante temporale si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta da coefficienti di dispersione istantanei. I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

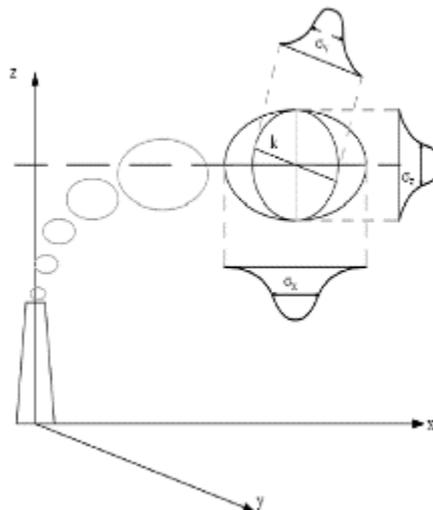


Figura 4.3: Schema di un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff  $k$

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 61 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Ad un certo istante temporale, quindi, la concentrazione al suolo in ciascun punto del dominio di calcolo sarà data dalla somma dei contributi di tutti i puff che si trovano in quel dato punto a quel dato istante.

Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare opzionalmente diversi fattori, quali:

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione;
- la fase transizionale del pennacchio;
- la penetrazione parziale del pennacchio in inversioni in quota;
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida;
- le trasformazioni chimiche;
- lo share verticale del vento;
- il trasporto sulle superfici d'acqua;
- la presenza di orografia complessa e/o di zone costiere.

In riferimento all'ultimo punto, l'effetto del terreno viene schematizzato dividendo il flusso in due componenti, una di ascensione, con alterazione del tasso di diffusione, e un'altra di contorno, deflessione o divisione attorno agli ostacoli. Come per CALMET, le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) ad un centinaio di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale del puff.

CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione. Nello studio in esame è stata utilizzata l'opzione "Micrometeorology" che permette il calcolo dei coefficienti di dispersione a partire dai dati meteorologici disponibili (Lunghezza di Monin-Ubukhov, velocità d'attrito, ecc.).

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti emissive attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

Il modello CALPUFF consente inoltre di analizzare sorgenti emissive tempo-varianti. In particolare, è possibile andare a definire dei cicli emissivi di tipo diurno-settimanale, consentendo di specificare un fattore emissivo differente in funzione della diversa ora del giorno e del giorno della settimana (24 ore \* 7 giorni → fino a 168 fattori emissivi differenti). Di tale funzionalità si è tenuto conto nell'ambito delle modellazioni eseguite, al fine di andare a simulare un assetto di funzionamento che tenesse il più possibile conto, per quanto consentito dallo strumento modellistico, della natura emissiva intermittente associata alla presenza delle metaniere e dei rimorchiatori a supporto.

CALPOST è invece il post-processore preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF delle concentrazioni e/o dei flussi di deposizione e del numero di superamenti di una prefissata soglia sulla base di differenti intervalli di mediazione temporali. Quindi, la funzione di questo post processore è quella di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 62 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

emissioni di singole sorgenti e per l'insieme di esse. I risultati ottenuti possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica.

Come riportato nel documento “*Utilizing CALPUFF for Offshore and Nearshore Dispersion Modeling Analyses*” (<https://www.slideshare.net/BREEZESoftware/utilizing-calpuff-for-offshore-and-nearshore-dispersion-modeling-analyses>), si può osservare inoltre che il modello CALPUFF:

- grazie alla modellazione a puff delle emissioni, è adatto a lavorare in contesti offshore e near-shore, in quanto applica teorie specifiche per tenere propriamente conto delle specifiche condizioni di tali ambienti e delle diverse caratteristiche che influenzano la dispersione del puff emissivo nell'ambiente marino rispetto a quello terrestre e nella transizione tra i due;
- grazie alla possibilità di utilizzare dati meteorologici prognostici (es. MM5, WRF), rielaborandoli mediante CALMET ad una risoluzione di maggior dettaglio (tenendo conto delle caratteristiche di orografia e copertura del suolo a livello locale), è in grado di fornire una migliore rappresentazione delle caratteristiche dispersive in ambiente costiero anche per livelli più elevati dell'atmosfera. In funzione della disponibilità, i dati prognostici possono essere integrati anche con dati meteorologici overwater rilevati da punti di misura (es. navi e/o boe); tuttavia, dalle analisi condotte, non risultano disponibili dati misurati a livello dell'area di interesse utilizzabili ai fini delle modellazioni effettuate.

## 4.2 Ipotesi Modellistiche (Dati di Input)

Le simulazioni sono state condotte sulla base dei seguenti dati di input:

- definizione delle caratteristiche meteorologiche e meteo-diffusive dell'area (dati di input meteorologico);
- caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti (dati di input emissivo);
- individuazione dei recettori discreti all'interno del dominio di calcolo, al fine di valutare l'impatto delle ricadute in specifici punti di interesse.

### 4.2.1 Caratteristiche Meteorologiche e Meteo-Diffusive

L'area oggetto dello studio modellistico è centrata in corrispondenza del Terminale di Porto Torres in cui sarà ubicata la FSRU e approderanno le metaniere, considerando un dominio meteorologico di dimensione 50x50 km con risoluzione 1 km calcolato mediante il processore CALMET partendo dai dati meteorologici del triennio 2021-2023 ottenuti dai campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello prognostico WRF con risoluzione di 12 km.

Per il calcolo previsionale delle ricadute al suolo, è stato utilizzato CALPUFF selezionando un'area di circa 18 km x 18 km, tale da ricomprendere nella sua interezza il Comune di Porto Torres nel quale sono ubicati i ricettori potenzialmente più esposti alle ricadute emissive del progetto e le aree protette presenti nell'area.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 63 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Le simulazioni sono state quindi eseguite considerando una griglia regolare avente passo di 250 m, oltre che con riferimento alle ricadute attese in corrispondenza dei ricettori sensibili identificati come da precedente Paragrafo 3.1.

Ai fini della simulazione modellistica, è stata considerata inoltre l'orografia dell'area, nonché le caratteristiche in termini di uso del suolo (aree urbane, agricole, vegetate, marine, ecc.).

Nella figura seguente sono rappresentati il dominio considerato per la ricostruzione della meteorologia mediante CALMET e quello della successiva analisi di dispersione degli inquinanti con CALPUFF.

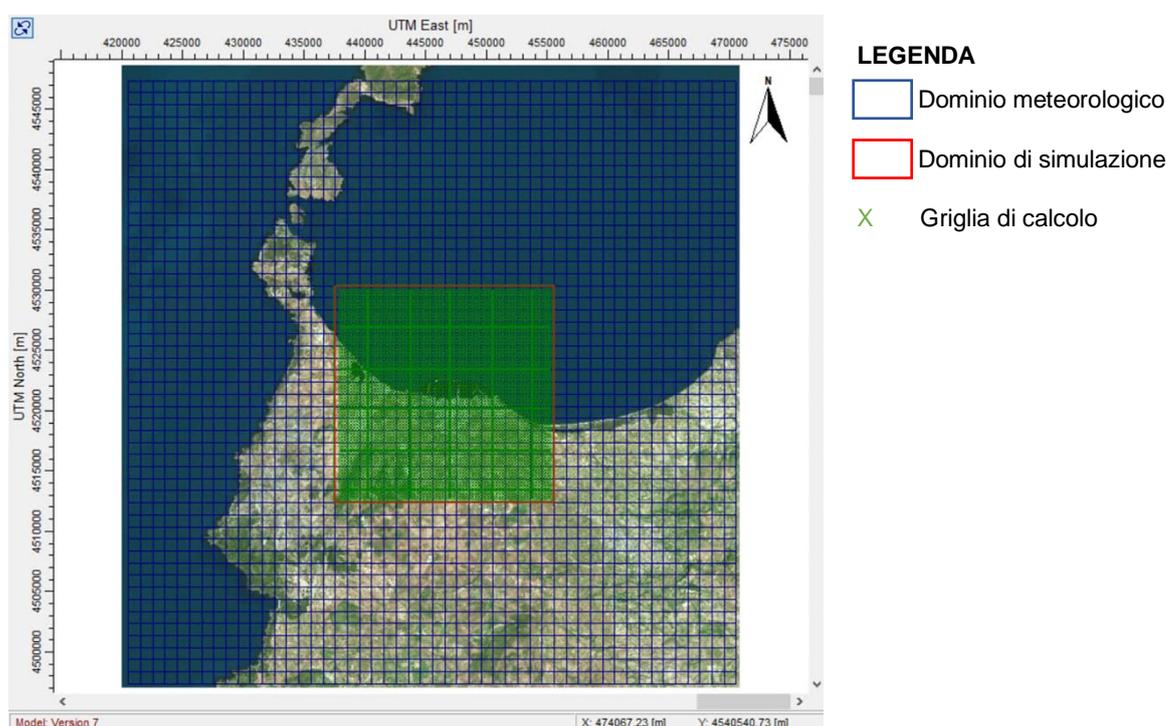


Figura 4.4: Visualizzazione domini meteorologici e di calcolo

Nelle figure seguenti, si riporta la ricostruzione del modello digitale del terreno (da dato SRTM 1 Arc-Second, con risoluzione di partenza pari a circa 30 metri) e del dato di copertura del suolo (da dato Global Land Cover Characterization "GLCC", con risoluzione pari a circa 1 km) considerati ai fini delle elaborazioni di CALMET.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 64 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

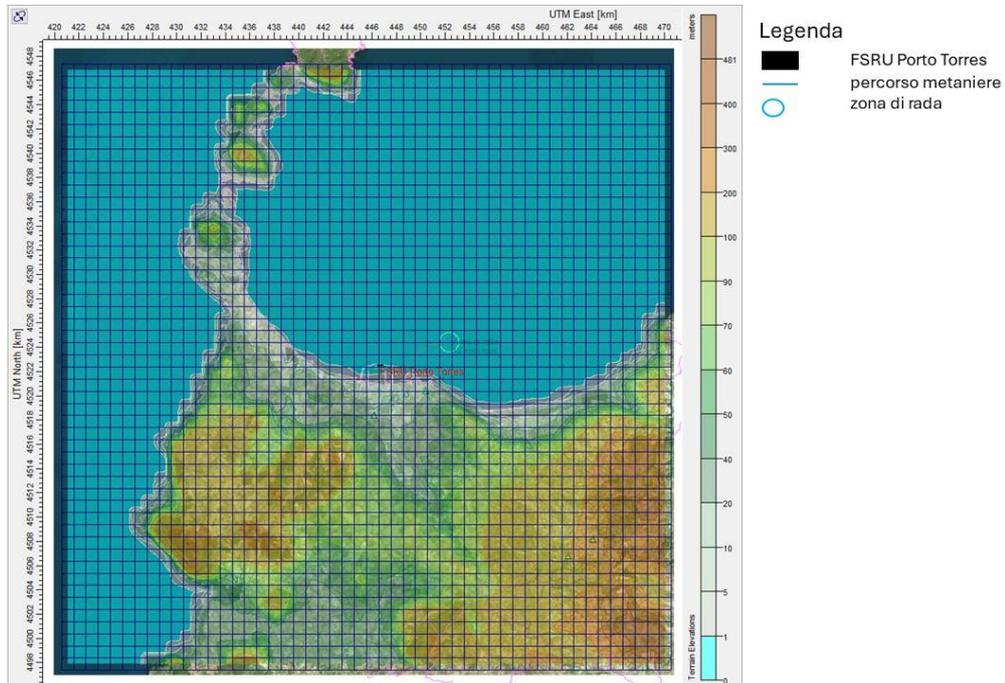


Figura 4.5: Ricostruzione modello digitale terreno per elaborazioni CALMET (dato SRTM 1 Arc-Second)

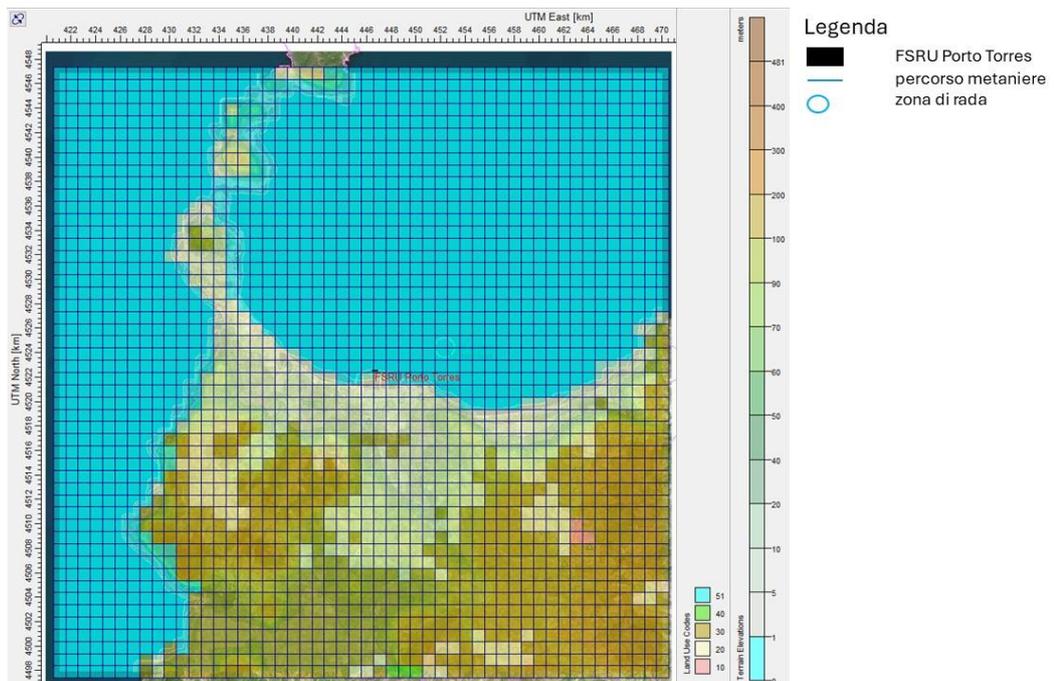


Figura 4.6: Ricostruzione copertura suolo per elaborazioni CALMET (dato GLCC)

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 65 di 154	<b>Rev.          00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

I risultati delle simulazioni di CALPUFF ottenuti in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo sono stati successivamente interpolati in modo da ottenere una mappa (superficie continua) rappresentativa delle concentrazioni in corrispondenza dei ricettori al suolo nell'intero dominio di simulazione (si vedano i risultati modellistici discussi nel successivo Capitolo 5).

#### 4.2.1.1 Elaborazione dei dati meteorologici

Per quanto concerne la caratterizzazione anemologica, si riporta, nella figura seguente, la rosa dei venti a 10 m dal suolo partendo dai dati meteorologici del triennio 2021 - 2023 ottenuti dai campi meteorologici tridimensionali prodotti dal modello prognostico WRF, e rappresentativa delle condizioni anemologiche in corrispondenza della stazione mareografica di ISPRA (in prossimità dell'area di progetto).

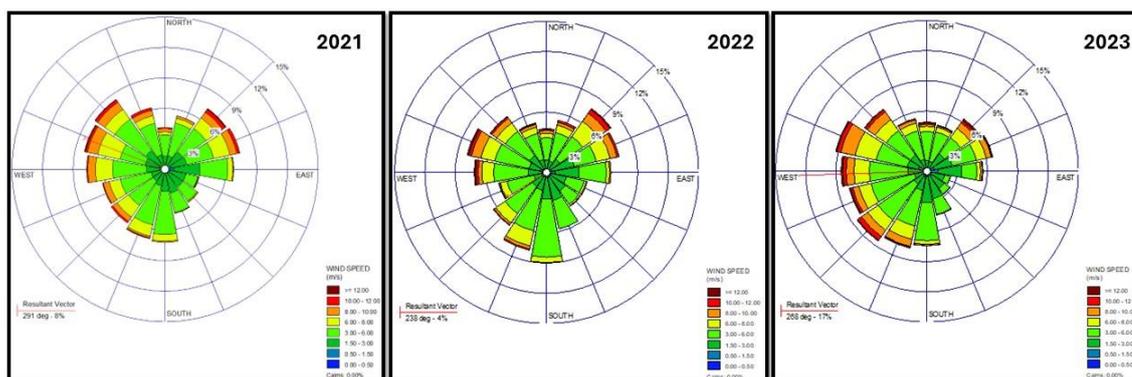


Figura 4.7: Rose dei venti anni 2021 – 2023 prodotte dai dati del modello prognostico WRF

Dalle figure sopra riportate è possibile evidenziare che nel triennio considerato, al netto di naturali oscillazioni a livello annuale, nell'area di progetto le componenti vettoriali di direzione del vento predominanti provengono dai settori W-NW, S-SW e da E-NE.

Infatti, i vettori risultati delle direzioni del vento nel triennio considerato sono:

- nell'anno 2021 il vettore risultante della componente direzione del vento è 293°;
- nell'anno 2022 il vettore risultante della componente direzione del vento è 236°;
- nell'anno 2023 il vettore risultante della componente direzione del vento è 268°;

Per la validazione dei dati ottenuti dal modello prognostico WRF nel triennio considerato, sono stati effettuati alcuni approfondimenti relativi alle caratteristiche anemometriche nell'area. In particolare, sono stati considerati i dati di direzione e intensità media del vento registrati dalla stazione mareografica nazionale ISPRA di Porto Torres più prossima all'area di progetto, la cui anagrafica è richiamata nella tabella seguente:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 66 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 4.1: Stazione Mareografica Nazionale di Porto Torres (Istituto Mareografico, Sito Web)*

COMUNE	LOCALITÀ	Coordinate N WGS84 LAT	Coordinate E WGS84 LON	Tipo di Rete
Porto Torres	PORTO TORRES ANDRIOLU	40°50'31,94" N	08°24'14,09" E	Rete Fiduciaria

La stazione rientra nella Rete Mareografica Nazionale gestita dall'ISPRA e risulta in funzione dal 2009.

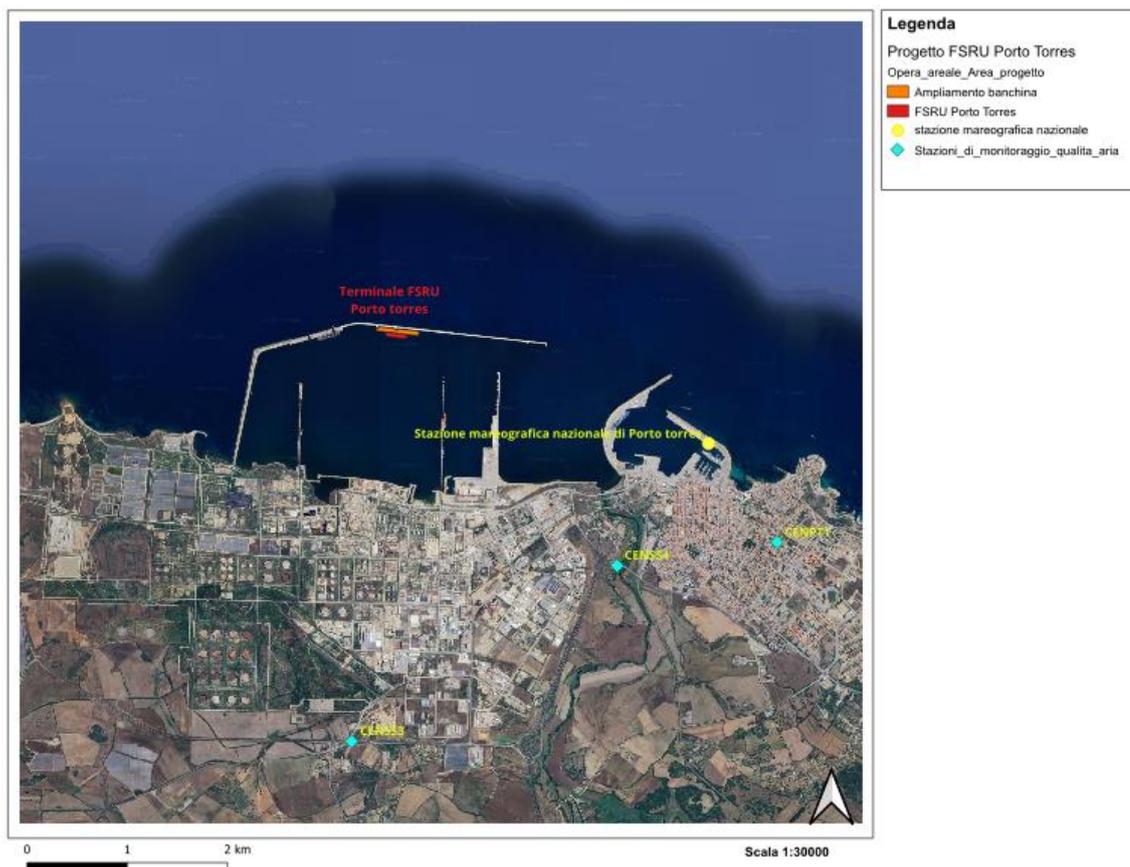


*Figura 4.8: Foto della stazione mareografica  
(Fonte: stazioni (mareografico.it))*

Nella figura seguente si mostra, per completezza, anche l'ubicazione della stazione meteorologica rispetto all'area di futuro ancoraggio della FSRU.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 67 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02



*Figura 4.9: Posizione delle stazioni meteorologiche e stazione mareografica di Porto Torres rispetto all'area di futura ubicazione della FSRU*

La stazione mareografica di Porto Torres registra con frequenza di ogni 10 minuti anche i parametri di direzione e velocità del vento.

Si riporta, nella seguente figura, la rosa dei venti costruita con i dati di direzione e velocità del vento nel triennio 2021-2023 per un confronto con le rose dei venti prodotte dai dati del modello prognostico WRF.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 68 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

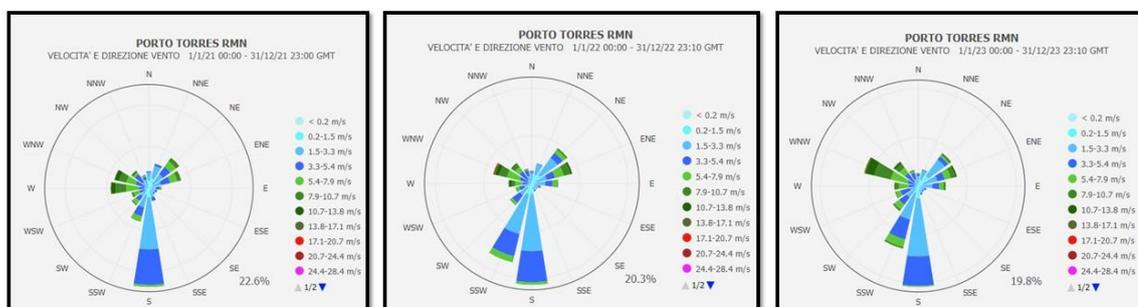


Figura 4.10: Rose dei venti anni 2021 – 2023 misurate dalla stazione meteomarina di Porto Torres

Rispetto ai venti registrati dalla stazione portuale di Porto Torres, si può osservare come quelli stimati con CALMET a partire dai tati WRF:

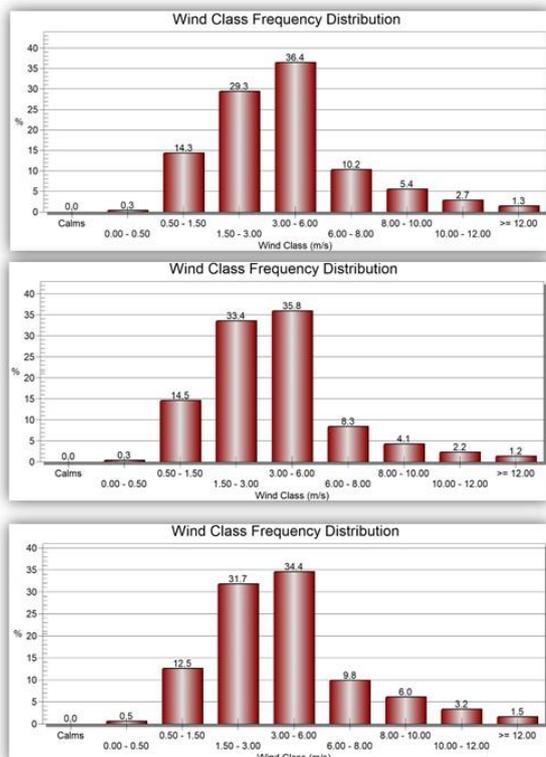
- confermano la presenza di venti di maggiore intensità provenienti da W-NW e da E-NE durante l'intero triennio considerato;
- confermano, seppur in percentuale minore, anche la presenza di venti dal settore S-SW.

Di seguito si riportano inoltre le distribuzioni delle frequenze delle classi di velocità del vento, mettendo a confronto quelle ottenute a partire dai dati misurati dalla stazione meteomarina e quelle stimate attraverso CALMET a partire dai tati WRF nel triennio considerato per le tre annualità in esame.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)		<b>001-ZX-E-85016</b>
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>		Fg. 69 di 154

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Distribuzione delle frequenze dati meteo misurati



Distribuzione delle frequenze dati meteo simulati

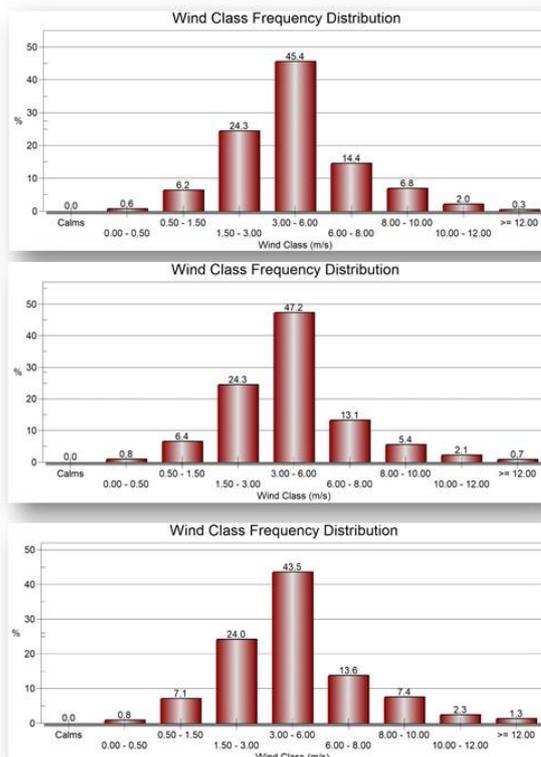


Figura 4.11: Distribuzioni delle classi di velocità del vento dei dati misurati e calcolati dal modello WRF nel triennio 2021-2023

Dal confronto delle distribuzioni delle classi di velocità del vento dei dati misurati e calcolati dal modello WRF è possibile osservare che:

- la distribuzione di frequenza della velocità del vento stimata dal modello WRF è molto simile a quella dei dati misurati;
- le calme di vento (intese come le ore in cui la velocità del vento risulta inferiore a 0.5 m/s) variano tra lo 0,3 e 0,5 % nei dati misurati, tra lo 0,6 e 0,8 % nei dati stimati dal modello WRF;
- le condizioni di vento moderatamente forte (superiore a 8 m/s) sono poco frequenti sia nei dati misurati sia in quelli stimati dal modello WRF;
- la frequenza maggiore (oltre il 50%) delle ore di dati è caratterizzata da una velocità del vento compresa tra 1,5 e 6,0 m/s sia nei dati misurati sia in quelli stimati dal modello WRF.

Da questo punto di vista, si sottolinea pertanto che l'aver considerato i dati WRF ai fini delle simulazioni appare maggiormente cautelativo, tenuto conto in particolare dell'ubicazione dei ricettori discreti nell'abitato di Porto Torres rispetto all'area di futuro posizionamento della FSRU.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 70 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

A supporto della definizione degli scenari emissivi oggetto delle modellazioni, nonché dell'identificazione delle fasce orarie e dei periodi meteorologici dell'anno più favorevoli dal punto di vista del contenimento delle ricadute al suolo, sono stati eseguiti ulteriori approfondimenti sui dati anemometrici selezionati. In particolare, si è potuto osservare che le ore notturne (considerata fascia oraria 19:00-06:00) appaiono più favorevoli dal punto di vista della dispersione rispetto a quelle diurne, in quanto caratterizzate da una prevalenza di venti che spirano da terra verso mare (venti di Ostro da Sud, come evidenzia la seguente ricostruzione delle rose dei venti diurna e notturna).

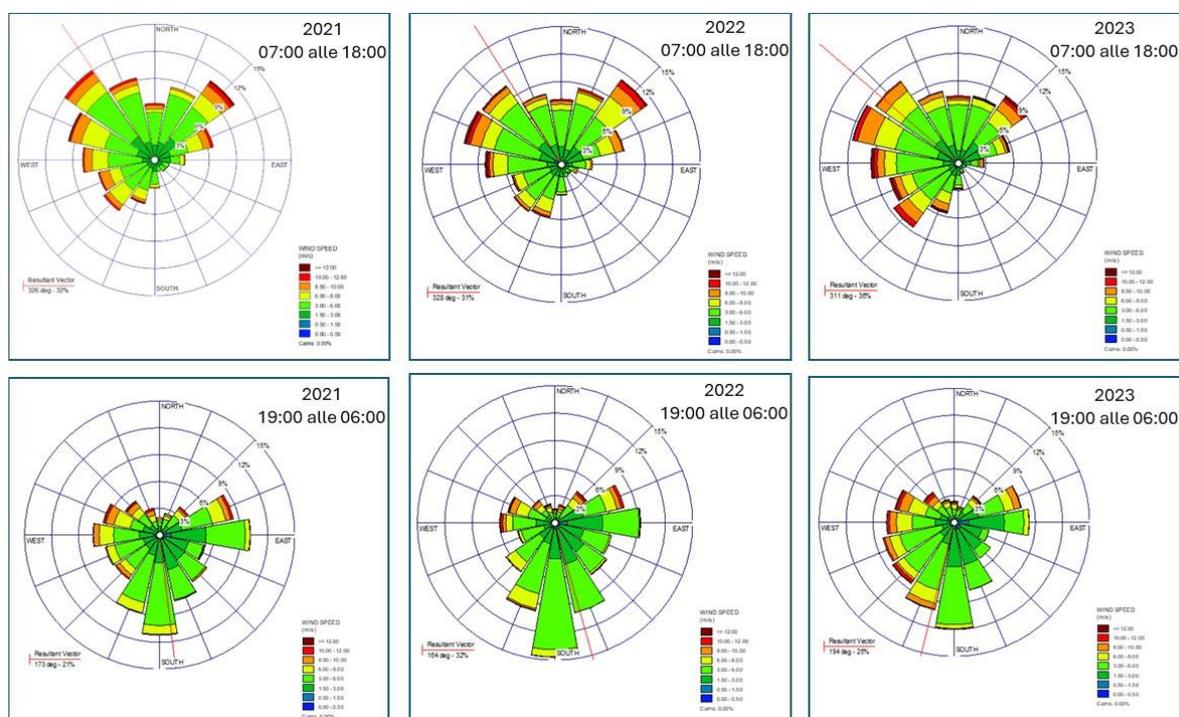


Figura 4.12: Ricostruzione delle rose dei venti diurna e notturna a partire dai dati WRF del triennio 2021 - 2023

Con riferimento all'andamento dei venti stagionali (rose dei venti raggruppate per trimestri invernale, primaverile, estivo e autunnale), si può osservare come i mesi autunnali e invernali appaiano più favorevoli dal punto di vista delle condizioni di vento, essendo caratterizzati da una maggiore componente che spira da terra verso mare (venti di Ostro da Sud) o comunque da venti che spirano in direzioni nelle quali si riscontra una minor presenza di potenziali ricettori antropici.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 71 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

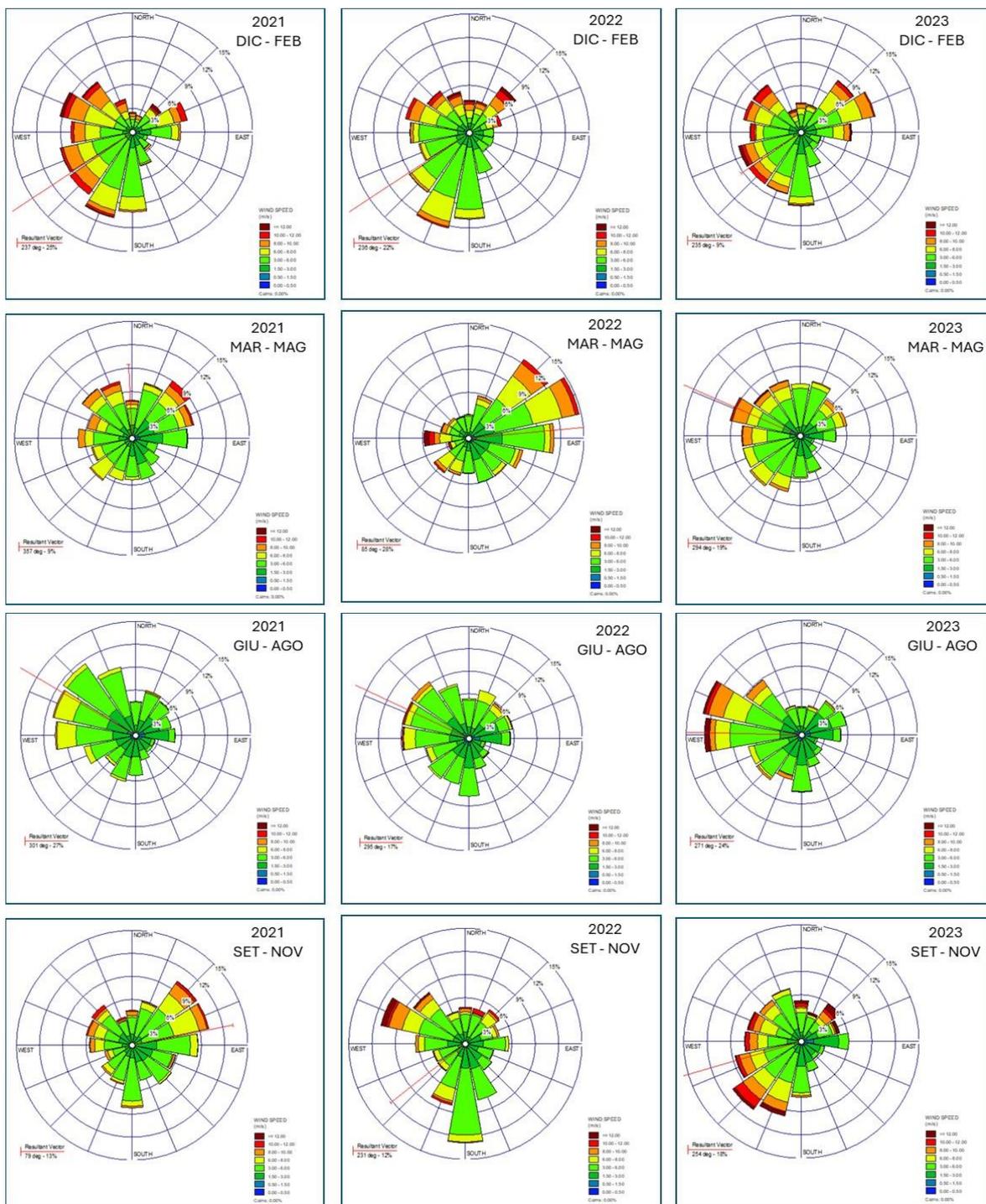


Figura 4.13: Ricostruzione delle rose dei venti su base stagionale, a partire dai dati WRF del triennio 2021 - 2023

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 72 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

#### 4.2.2 Sorgenti Emissive

Ai fini della verifica del potenziale contributo sulla qualità dell'aria per l'opera in esame durante l'esercizio, sono state analizzate:

- per la FSRU, le emissioni generate da **No.2 motori marini** alimentati a gas naturale (da circa 12 MWth ciascuno), in grado di fornire la alimentazione elettrica ai sistemi di bordo;
- le emissioni generate dalla **metaniera cargo** da **130.000 m<sup>3</sup>**, prevista per un massimo **di No. 2 allibi all'anno**, in avvicinamento e attracco alla FSRU (circa 2 ore) e nelle successive fasi di accosto (circa 8 ore complessive), scarico (circa 12 ore), disormeggio e allontanamento (circa 2 ore);
- le emissioni generate dalla **metaniera cargo** da **30.000 m<sup>3</sup>**, prevista per un massimo **di No. 46 allibi all'anno**, in avvicinamento e attracco alla FSRU (circa 2 ore) e nelle successive fasi di accosto (circa 8 ore complessive), scarico (circa 12 ore), disormeggio e allontanamento (circa 2 ore);
- le emissioni generate dalla **metaniera cargo** da **7.500 m<sup>3</sup>**, prevista per un massimo **di No. 46 allibi all'anno**, che avverranno in giorni differenti rispetto a quelli in cui sarà prevista la presenza delle metaniere di taglia maggiore in avvicinamento e attracco alla FSRU (circa 2 ore) e nelle successive fasi di accosto (circa 8 ore complessive), scarico (circa 12 ore), disormeggio e allontanamento (circa 2 ore);
- le emissioni di **No. 2 rimorchiatori** che saranno operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento delle metaniere, per una durata complessiva pari a circa 4 ore.

Per la caratterizzazione delle suddette sorgenti dal punto di vista emissivo si rimanda integralmente alla trattazione riportata nel precedente Paragrafo 2.2.

Qui si ribadisce che lo studio modellistico è stato condotto sulla base di stime emissive di NO<sub>x</sub>, CO, particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), formaldeide, SO<sub>2</sub> e delle altre sostanze d'interesse (metalli pesanti, IPA, PCDD/F e PCB) secondo standard internazionali consolidati, effettuando ipotesi conservative in termini di fattori emissivi.

Si precisa inoltre che, ai fini del confronto con i limiti di legge per la protezione della salute umana, è stato necessario definire il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, che può variare in funzione di molti fattori, quali le concentrazioni dei rispettivi inquinanti e la presenza di ozono. Ai fini della stima delle ricadute al suolo di NO<sub>2</sub> a partire dai dati emissivi di NO<sub>x</sub>, si è fatto riferimento cautelativamente ad un rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> pari a 1.

Analogamente, per quanto riguarda le emissioni dai motori della FSRU, con approccio cautelativo le emissioni di particolato atmosferico sono state interamente assimilate alla frazione di particolato fine PM<sub>10</sub> ai fini del confronto delle ricadute con i valori limite per la protezione della salute umana. Le emissioni di PM<sub>2,5</sub> della FSRU sono state quindi conservativamente assunte pari a quelle del PM<sub>10</sub>. Per le emissioni di PM<sub>2,5</sub> associate ai rimorchiatori, invece, si è ipotizzato che le stesse siano pari a circa l'85% delle emissioni

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 73 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

di PM<sub>10</sub>, come suggerito con riferimento ai fattori emissivi “Tier 2” del documento (EMEP/EEA, Ottobre 2023).

Nella seguente Figura si riporta l’ubicazione delle sorgenti emissive considerata ai fini delle successive valutazioni modellistiche.

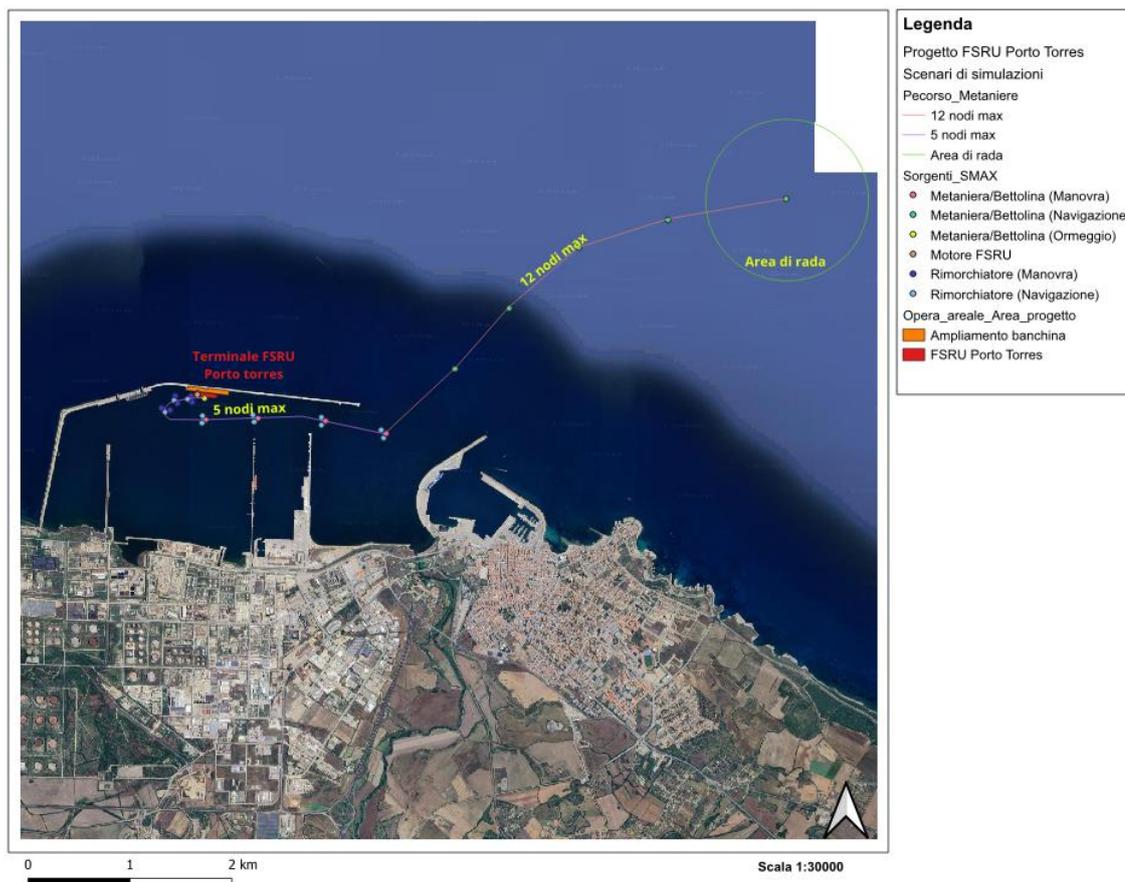


Figura 4.14: Ubicazione delle sorgenti emissive considerate ai fini delle valutazioni modellistiche

#### 4.2.3 Identificazione dei Recettori Discreti

Per l’identificazione dei ricettori discreti all’interno dell’area in esame, si rimanda integralmente a quanto riportato nel precedente Paragrafo 3.1.

### 4.3 Scenari Emissivi Simulati

Le simulazioni sono state effettuate considerando gli scenari modellistici descritti nel seguito con l’obiettivo di confrontare i valori di ricaduta con i limiti vigenti di qualità dell’aria e i valori di riferimento suggeriti dalle Linee Guida OMS del 2021, nonché di identificare le

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 74 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ricadute attese in termini di massime concentrazioni orarie e medie giornaliere e di media annua ai fini dell'influenza derivante dalla realizzazione del progetto sulla qualità dell'aria.

In funzione dello scenario modellistico considerato, sono state analizzate le emissioni dei mezzi navali aventi le caratteristiche emissive sintetizzate nella tabella seguente, ottenute come da metodologia descritta nel precedente Paragrafo 2.2, cui si rimanda integralmente per i dettagli sulla stima emissiva.

*Tabella 4.2: Caratteristiche emissive delle sorgenti emissive considerate negli scenari modellistici analizzati*

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
Singolo motore FSRU	50,7	0,9	643,15	35	Marcia	NO <sub>x</sub>	3,34
						CO	2,67
						Particolato PM <sub>10</sub>	0,56
						Particolato PM <sub>2,5</sub>	0,47
						Formaldeide	0,22
Metaniera 130.000 m <sup>3</sup>	35	0,9	633,15	35	Navigazione/Manovra	NO <sub>x</sub>	9,19
					Scarico GNL	NO <sub>x</sub>	2,00
					Navigazione/Manovra	CO	45,24
					Scarico GNL	CO	10,59
Metaniera 30.000 m <sup>3</sup>	35	0,9	633	35	Navigazione/Manovra	NO <sub>x</sub>	6,00
					Scarico GNL	NO <sub>x</sub>	2,00
					Navigazione/Manovra	CO	4,00
					Scarico GNL	CO	1,1
Metaniera 7.500 m <sup>3</sup>	16	0,70	633	35	Navigazione/Manovra	NO <sub>x</sub>	3,10
					Scarico GNL	NO <sub>x</sub>	2,00
					Navigazione/Manovra	CO	2,4
					Scarico GNL	CO	1,1
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Avvicinamento	NO <sub>x</sub>	3,90
						PM10	0,10
						PM2,5	0,09
						CO	0,74
						SO <sub>2</sub>	2,70
	8	0,4	673	12,0		NO <sub>x</sub>	2,10

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 75 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO					Accosto / Disormeggio / Allontanamento	PM10	0,06
						PM2,5	0,05
						CO	0,73
						SO2	2,70
Rimorchiatore (singolo) alimentato a MDO	8	0,4	673	12,0	Tutte le fasi di manovra	Pb	3,51E-05
						Cd	2,70E-06
						Hg	8,11E-06
						As	1,08E-05
						Cr	1,35E-05
						Cu	2,38E-04
						Ni	2,70E-04
						Se	2,70E-05
						Zn	3,24E-04
						PCDD/F (come TEQ 2,3,7,8-TCDD)	3,51E-11
						PCB	1,03E-8
						Benzene	4,14E-03
						Benzo(a)Pyrere Eq	1,11E-5
						Phenantrene	3,60E-03
						Anthracene	9,70E-06
						Fluorantene	1,21E-03
						Pyrene	1,54E-03
						Benzo(a) Anthracene	2,49E-06
						Chrysene	6,22E-05
						Perylene	4,58E-05
Benzo(b) Fluorantene	1,37E-06						
Benzo(k) Fluorantene	4,58E-07						
Benzo(a) Pyrene	4,58E-08						
Dibenzo(a,l)Pyrene	5,51E-09						
Benzo(g,h,i)Perylene	1,50E-05						
Dibenzo(a,h)Anthracene	1,52E-07						

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 76 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Sorgente	Altezza emissione [m]	Diametro emissione [m]	Temperatura emissione [°K]	Velocità effluente [m/s]	Fase emissiva	Inquinante	Flusso emissivo [g/s]
						Indeno(1,2,3-c,d)Pyrene	5,02E-07

Si specifica, che, nel seguito della trattazione, ai soli fini modellistici legati alle impostazioni di utilizzo del software di modellazione CALPUFF View, per le sole stime su base media annua, è stato considerato un numero di allibi pari a 52 (un allibo a settimana), rispetto ai 46 previsti.

#### 4.3.1 Scenario Emissivo S1 – Massime ricadute medie annue

Al fine di valutare le ricadute medie annue associate alla fase di esercizio, è stato definito uno scenario emissivo tempo variante, nel quale è possibile ipotizzare la sovrapposizione delle seguenti emissioni:

- le emissioni generate dai No. 2 motori della FSRU con funzionamento a pieno carico in continuo e costante per 8.760 ore all'anno;
- le emissioni generate dal transito di una nave metaniera avente capacità di stoccaggio pari a circa 130.000 m<sup>3</sup> per un massimo di 2 allibi/anno. La metaniera è accompagnata da No. 2 rimorchiatori, operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento, ipotizzando:
  - a inizio giornata circa 30 minuti di navigazione della metaniera dal punto di rada all'ingresso del porto. Dalla presa in carico dei rimorchiatori all'ingresso del porto, si stimano circa altri 30 minuti per il transito della metaniera fino alla FSRU e un'altra ora circa per l'ormeggio,
  - analogamente, a fine giornata 1 ora circa per il disormeggio, 30 minuti circa per il transito della metaniera dalla FSRU all'ingresso del porto e altri 30 minuti circa per l'allontanamento della metaniera (fino al punto di rada),
  - durata della fase di attracco della metaniera senza scarico pari a circa 8 ore giornaliere (4 ore dopo l'ormeggio e 4 ore prima del disormeggio),
  - durata della fase di scarico della metaniera pari a circa 12 ore;
- le emissioni generate dal transito di una nave metaniera a settimana avente capacità di stoccaggio pari a circa 30.000 m<sup>3</sup>, con approccio conservativo rispetto ai No. 46 allibi annui previsti per questa tipologia di mezzo. La metaniera è accompagnata da No. 2 rimorchiatori, operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento, ipotizzando:
  - a inizio giornata circa 30 minuti di navigazione della metaniera dal punto di rada all'ingresso del porto. Dalla presa in carico dei rimorchiatori all'ingresso del porto, si stimano circa altri 30 minuti per il transito della metaniera fino alla FSRU e un'altra ora circa per l'ormeggio,
  - analogamente, a fine giornata 1 ora circa per il disormeggio, 30 minuti circa per il transito della metaniera dalla FSRU all'ingresso del porto e altri 30 minuti circa per l'allontanamento della metaniera (fino al punto di rada),

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 77 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- durata della fase di attracco della metaniera senza scarico pari a circa 8 ore giornaliere (4 ore dopo l'ormeggio e 4 ore prima del disormeggio),
- durata della fase di scarico della metaniera pari a circa 12 ore;
- le emissioni generate dal transito di una metaniera avente capacità di stoccaggio pari a circa 7.500 m<sup>3</sup>, con frequenza settimanale, con approccio conservativo rispetto ai No. 46 allibi annui previsti per questa tipologia di mezzo, che si ipotizza possa avvenire in media a una distanza di circa 4 giorni dal transito della metaniera da 30.000 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso, è stato considerato l'accompagnamento della metaniera a opera di No. 2 rimorchiatori, ipotizzando:
  - 30 minuti di navigazione della bettolina dal punto di rada all'ingresso del porto. Dalla presa in carico dei rimorchiatori all'ingresso del porto, si stimano circa altri 30 minuti per il transito della bettolina fino alla FSRU e un'altra ora circa per l'ormeggio,
  - analogamente, 1 ora circa per il disormeggio, 30 minuti circa per il transito della bettolina dalla FSRU all'ingresso del porto e altri 30 minuti circa per l'allontanamento della bettolina (fino al punto di rada),
  - durata della fase di attracco della bettolina senza carico/scarico pari a circa 4 ore giornaliere (2 ore dopo l'ormeggio e 2 ore prima del disormeggio),
  - durata della fase di carico/scarico della bettolina pari a circa 8 ore.

Questo scenario è stato considerato per valutare le ricadute medie annue attese in fase di esercizio, in quanto rappresentativo di quanto potrebbe effettivamente verificarsi in un reale anno di esercizio della FSRU (al netto della variabilità stagionale).

**Ai fini della valutazione sono state ricavate le mappe delle ricadute medie annue per ciascun anno solare del periodo considerato (2021-2023). In corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo e dei ricettori discreti è stata quindi calcolata una media dei valori di concentrazione stimati su base annuale, rappresentativa dell'intero triennio in esame.**

#### 4.3.2 Scenario Emissivo S2 - Massime ricadute medie orarie e giornaliere

Lo scenario emissivo S2 è stato simulato considerando la configurazione di esercizio giornaliera più impattante, ovvero con la presenza simultanea di tutti i mezzi, al fine di poter effettuare un confronto con i valori limite di media oraria e giornaliera stabiliti dalla normativa.

Le emissioni sono associate all'esercizio dell'FSRU e delle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> accompagnata con 2 rimorchiatori. È stato considerato questo scenario per la stima delle ricadute medie giornaliere ed orarie in quanto rappresentativo di quello più frequente e più impattante, in considerazione del numero di allibi/anno ipotizzati.

Tale scenario emissivo considera:

- le emissioni generate dai No. 2 motori della FSRU con funzionamento a pieno carico in continuo e costante;

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 78 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- le emissioni generate dal transito di una nave metaniera avente capacità di stoccaggio pari a circa 30.000 m<sup>3</sup>. La metaniera è accompagnata da No. 2 rimorchiatori, operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento, ipotizzando:
  - a inizio giornata circa 30 minuti di navigazione della metaniera dal punto di rada all'ingresso del porto. Dalla presa in carico dei rimorchiatori all'ingresso del porto, si stimano circa altri 30 minuti per il transito della metaniera fino alla FSRU e un'altra ora circa per l'ormeggio,
  - analogamente, a fine giornata 1 ora circa per il disormeggio, 30 minuti circa per il transito della metaniera dalla FSRU all'ingresso del porto e altri 30 minuti circa per l'allontanamento della metaniera (fino al punto di rada),
  - durata della fase di attracco della metaniera senza scarico pari a circa 8 ore giornaliere (4 ore dopo l'ormeggio e 4 ore prima del disormeggio),
  - durata della fase di scarico della metaniera pari a circa 12 ore.
- con approccio cautelativo ai soli fini delle valutazioni modellistiche, il verificarsi delle sopra citate condizioni di esercizio per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose a livello annuale dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

**Ai fini della valutazione sono state ricavate le mappe dei percentili orari e giornalieri di interesse per ciascun anno solare del periodo considerato (2021-2023). In corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo e dei ricettori discreti è stata quindi calcolata una media dei valori di concentrazione stimati su base annuale, rappresentativa dell'intero triennio in esame.**

#### 4.3.3 Scenario Emissivo S3 – Ricadute medie orarie, giornaliere e annue associate all'esercizio della FSRU

Lo scenario emissivo S3 analizza la FSRU quale sola sorgente emissiva, con funzionamento in continuo alla massima capacità operativa, al fine di valutare il contributo della FSRU sia in termini di ricadute medie annue che di picchi di ricaduta oraria e giornaliera.

**Anche in questo caso, le valutazioni sono state condotte con riferimento alle tre annualità di dati di input meteorologico (2021, 2022 e 2023), effettuando quindi una media dei risultati ottenuti su base annuale in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo e dei ricettori discreti.**

#### 4.3.4 Scenario Emissivo S4 – Ricadute medie orarie, giornaliere e annue associate all'esercizio della FSRU con presenza delle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> e da 7.500 m<sup>3</sup>.

Tale scenario emissivo considera:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 79 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- le emissioni generate dai No. 2 motori della FSRU con funzionamento a pieno carico in continuo e costante per 8.760 ore all'anno;
- le emissioni generate durante la fase di scarico di una nave metaniera a settimana avente capacità di stoccaggio pari a circa 30.000 m<sup>3</sup>, con approccio conservativo rispetto ai No. 46 allibi annui previsti per questa tipologia di mezzo. La durata della fase di scarico della metaniera è stata assunta pari a circa 12 ore;
- le emissioni generate durante la fase di scarico di una nave metaniera a settimana avente capacità di stoccaggio pari a circa 7.500 m<sup>3</sup>, con approccio conservativo rispetto ai No. 46 allibi annui previsti per questa tipologia di mezzo. La durata della fase di scarico della metaniera è stata assunta pari a circa 12 ore.

Questo scenario consente di valutare la sovrapposizione del contributo delle metaniere alla FSRU in assenza dei rimorchiatori nei giorni di presenza delle metaniere, con particolare riferimento alla fase di scarico (tempo medio di 12 ore) alla quale sono associate le maggiori emissioni delle metaniere in assenza dei rimorchiatori.

Consente di identificare il contributo delle metaniere per differenza con lo scenario S3, nonché il contributo dei rimorchiatori per differenza con gli scenari S1 e S2.

#### 4.3.5 Scenario Emissivo S5 – Variabilità stagionale delle ricadute

A partire dallo scenario emissivo S1, è stata condotta infine un'analisi della variabilità stagionale delle ricadute, al fine di valutare come la variabilità stagionale della componente meteorologica possa influire sui livelli di ricaduta orari e giornalieri attesi in fase di esercizio mediate su tre anni di esercizio costante e continuativo del terminale.

Nello specifico, l'approfondimento è consistito nell'analizzare l'andamento delle massime ricadute orarie e giornaliere di NO<sub>2</sub> nello scenario S1, in qualità di inquinante maggiormente rappresentativo ai fini delle valutazioni di impatto sanitario dell'iniziativa, in accordo allo schema seguente (si veda la Valutazione di Impatto Sanitario Doc. No. 001-ZA-E-85018):

- Dal 1° Gennaio al 19 Marzo per la stagione invernale (la tool modellistica consente di estrapolare i valori di ricaduta su archi temporali continuativi e, pertanto, non è stato analizzato il periodo di minor durata che va dal 21 al 31 Dicembre);
- Dal 20 Marzo al 20 Giugno per la stagione primaverile;
- Dal 21 Giugno al 21 Settembre per la stagione estiva;
- Dal 22 Settembre al 20 Dicembre per la stagione autunnale.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 80 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 5 DESCRIZIONE DEI RISULTATI OTTENUTI

### 5.1 Premessa

Nelle prossime sezioni si riportano i dettagli dei risultati delle simulazioni relative agli scenari emissivi descritti nel precedente Paragrafo 4.3, condotte con riferimento al triennio 2021-2023. In particolare, per ciascuno scenario vengono innanzitutto discusse le ricadute relative ai principali inquinanti (NO<sub>x</sub>, particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>).

La trattazione relativa alle ricadute di Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB è riportata esclusivamente per lo scenario S1, dal momento che il contributo emissivo di tali sostanze è associato alla presenza dei rimorchiatori e che per tali inquinanti non trovano applicazione valori limite / di riferimento attribuibili ad esposizioni di durata inferiore alla media annua.

Per lo scenario S1 non si riportano invece i risultati delle ricadute relative al CO, in quanto per questo parametro non è definito né un valore limite né un valore di riferimento relativo alla media annua. Per la trattazione relativa al CO si rimanda pertanto alla discussione dei risultati relativi agli scenari S2, S3 e S4.

La trattazione relativa alla formaldeide, invece, viene riportata esclusivamente per lo scenario S3, dal momento che questo inquinante è stato analizzato con riferimento all'esercizio continuativo della FSRU.

Nello scenario S4 (che considera il contributo di FSRU e metaniere, senza rimorchiatori) non si riporta invece la trattazione relativa alle emissioni di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, in quanto il contributo emissivo delle metaniere per tali inquinanti è valutato a priori trascurabile data la tipologia di combustibile utilizzato (si veda il Paragrafo 2.2.2). Pertanto, le ricadute di SO<sub>2</sub> risulterebbero coincidenti a quelle già valutate nello scenario S3 che considera le emissioni generate dalla sola FSRU.

Come si può osservare dalle mappe di ricaduta riportate nelle Appendici allegate alla presente relazione, in tutti gli scenari emissivi analizzati le ricadute si concentrano essenzialmente nel territorio del Comune di Porto Torres, interessando solo marginalmente i comuni limitrofi in aree per altro caratterizzate da densità abitativa bassa o nulla. In generale, si anticipa che le maggiori ricadute interessano principalmente lo specchio d'acqua dell'area portuale in cui sarà collocata la FSRU e l'area industriale immediatamente prospiciente.

### 5.2 Scenario S1

#### 5.2.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

Per quanto concerne gli NO<sub>x</sub>, il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è 40 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>2</sub>, mentre le linee guida OMS suggeriscono un più restrittivo valore guida di 10 µg/m<sup>3</sup> (sempre riferito a NO<sub>2</sub>).

Come si può osservare nella Figura 1 dell'Appendice A e nella Tabella seguente, è evidente che i valori stimati nello scenario S1 sono sempre abbondantemente entro i limiti applicabili, con il punto di massima ricaduta che si registra a mare per tutti gli anni simulati

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 81 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

e le ricadute massime al suolo pari a circa 0,46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore calcolato come media annuale del triennio di simulazione 2021-2023. Tale valore risulta essere ampiamente inferiore anche al più restrittivo valore guida di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  suggerito dall'OMS (~5% del valore guida nel punto di massima ricaduta al suolo) e a maggior ragione con riferimento al valore limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (circa 100 volte inferiore).

I valori delle medie annue ottenuti nel massimo punto di ricaduta sulla terraferma sono riassunti nella tabella seguente.

*Tabella 5.1: Scenario S1 Ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo*

Inquinante	Concentrazioni Max al suolo di NO <sub>x</sub> (media annua) $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> )	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (NO <sub>2</sub> )	Livelli critici per la vegetazione (NO <sub>x</sub> )	
	Anno civile						MEDIA
	2021	2022	2023				
NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,52	0,41	0,46	<b>0,46</b>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

In generale, si può osservare che le ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> attese nella configurazione in esame risultano essere molto contenute. Si ricorda come lo scenario modellistico S1 consideri con frequenza settimanale l'allibio di una metaniera da 30.000 m<sup>3</sup>, a distanza di 4 giorni quello di una metaniera da 7.500 m<sup>3</sup> e con una frequenza di N.2 allibi/anno di una metaniera da 130.000 m<sup>3</sup>, risultando in tal senso più conservativo rispetto al massimo numero di allibi effettivamente previsto (46 allibi per la metaniera da 30.000 m<sup>3</sup>, 46 allibi per la metaniera da 7.500 m<sup>3</sup>), consentendo al tempo stesso di tener conto ai fini modellistici di una variabilità tra giorni di presenza e assenza delle metaniere vicina a quanto potrebbe effettivamente verificarsi nella realtà e quindi rappresentativa dell'impatto dell'iniziativa atteso sul territorio.

I valori delle ricadute medie annue ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente.

Anche in questo caso il massimo valore di ricaduta di NO<sub>x</sub>, pari a 0,30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in corrispondenza del recettore 5, risulta di lieve entità essendo oltre 30 volte inferiore al più restrittivo valore di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  raccomandato dalle Linee Guida 2021 dell'OMS e più di 130 volte inferiore rispetto al valore limite di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 82 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 5.2: Scenario S1 - Ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup> (media annua)				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> )	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (NO <sub>2</sub> )
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,25	0,27	0,30	<b>0,27</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,24	0,26	0,28	<b>0,26</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,17	0,21	0,22	<b>0,20</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,18	0,17	0,17	<b>0,17</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,28	0,31	0,32	<b>0,30</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,26	0,26	0,31	<b>0,28</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,28	0,30	0,27	<b>0,28</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,32	0,27	0,27	<b>0,29</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,32	0,27	0,27	<b>0,28</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,26	0,30	0,27	<b>0,28</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,18	0,22	0,23	<b>0,21</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,26	0,26	0,31	<b>0,28</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,25	0,24	0,28	<b>0,26</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,25	0,26	0,29	<b>0,27</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,18	0,22	0,23	<b>0,21</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,19	0,22	0,22	<b>0,21</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,12	0,12	0,13	<b>0,12</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,22	0,25	0,23	<b>0,23</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,30	0,27	0,26	<b>0,28</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 83 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Per completezza, nelle figure dell'appendice A, si riporta anche l'andamento delle ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> rispetto all'ubicazione delle aree Rete Natura 2000, per la cui caratterizzazione si rimanda allo Studio di Incidenza (001-ZA-E-85024).

Le ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> stimate dal modello sono risultate sempre abbondantemente inferiori al livello critico per la protezione della vegetazione di 30 µg/m<sup>3</sup> ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii, in particolare in corrispondenza delle aree Rete Natura 2000 ubicate in prossimità della costa, interessate da livelli di ricaduta sostanzialmente trascurabili.

*Tabella 5.3: Scenario S1 – Ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> nei due siti della Rete Natura 2000*

ID	NOME	TIPO	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup> (media annua)				Livello critico per la vegetazione (NO <sub>x</sub> - media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
ITB013012	SAGNO DI PILO CASACCIO E SALINE DI	SIC/ZSC	0.11	0.11	0.10	<b>0.10</b>	30 µg/m <sup>3</sup>
ITB010003	STAGNO E GINEPRO DI PLATAMONA	SIC/ZSC	0.24	0.22	0.22	<b>0.23</b>	

### 5.2.2 Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>

Per quanto concerne il particolato atmosferico PM<sub>10</sub> il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 è 40 µg/m<sup>3</sup>, mentre le Linee Guida OMS del 2021 suggeriscono un più stringente valore guida pari a 15 µg/m<sup>3</sup>.

La stima delle massime ricadute medie annue al suolo ottenuta dalle simulazioni modellistiche dello scenario S1 (pari a 0,07 µg/m<sup>3</sup> come media del triennio 2021-2023 nel punto di massima ricaduta al suolo) risulta ovunque ampiamente inferiore rispetto anche al più restrittivo valore suggerito dall'OMS (più di 200 volte inferiore nel punto di massima ricaduta al suolo), pertanto da ritenersi praticamente trascurabile.

I valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo sono riassunti nella tabella seguente.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 84 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.4: Scenario S1 Ricadute medie annue di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo*

Inquinante	Concentrazioni Max al suolo di PM10 (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
	Anno civile			MEDIA		
	2021	2022	2023		Media annua	
<b>PM10 µg/m<sup>3</sup></b>	0,08	0,06	0,06	<b>0,07</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>

Le mappe delle ricadute medie annue di PM10 sono riportate in Appendice A Figura 2.

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente. Anche in corrispondenza dei ricettori le concentrazioni medie annue di PM10 risultano sempre ampiamente inferiori ai valori limite/guida di riferimento, con il valore calcolato come media del triennio di simulazione 2021-2023 in corrispondenza dei ricettori che è risultato sempre oltre 350 volte inferiore anche al più stringente valore raccomandato dalle Linee Guida 2021 dell'OMS.

*Tabella 5.5: Scenario S1 - Ricadute medie annue di Particolato PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	PM10 µg/m <sup>3</sup> (media annua)				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,03	0,03	0,04	<b>0,04</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,03	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,04	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 85 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	PM10 µg/m3 (media annua)				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,03	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,04	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,04	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,03	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,04	0,04	0,04	<b>0,04</b>		

### 5.2.3 Particolato atmosferico PM2,5

Il limite di legge annuale fissato dal D. Lgs 155/2010 per il PM2,5 è di 25 µg/m<sup>3</sup>, mentre le Linee Guida OMS 2021 suggeriscono un più stringente valore guida pari a 5 µg/m<sup>3</sup>.

Anche nel punto di massima ricaduta al suolo, i dati previsionali ottenuti dalla simulazione dello scenario S1 (0,06 µg/m<sup>3</sup> come media del triennio di simulazione 2021-2023) risultano molto inferiori al valore limite sia per la protezione della salute umana sia al valore guida OMS sopra indicati (più di 80 volte rispetto al valore guida OMS).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 86 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Tabella 5.6: Scenario S1 Ricadute medie annue di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo

Inquinante	Concentrazioni Max al suolo di PM2,5 (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
	Anno civile			MEDIA		
	2021	2022	2023		Media Annua	
PM2,5 µg/m <sup>3</sup>	0,08	0,05	0,05	<b>0,06</b>	25 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>

Anche in questo caso si richiamano per completezza i valori delle medie annue ottenute in corrispondenza di ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria. Anche in questo caso i valori di ricaduta di PM2.5 risultano trascurabili.

Tabella 5.7: Scenario S1 - Ricadute medie annue di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	PM2.5 µg/m <sup>3</sup> Media annua				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>	25 µg/m <sup>3</sup>  5 µg/m <sup>3</sup>	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 87 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	PM2.5 µg/m <sup>3</sup> Media annua				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS	
			Anno civile			MEDIA			Media annua
			2021	2022	2023				
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>			
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>			
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>			
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>			
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>			
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>			
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,01	0,01	0,02	<b>0,01</b>			
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,02	0,02	0,03	<b>0,02</b>			
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,04	0,03	0,03	<b>0,03</b>			

Le mappe delle ricadute medie annue di PM2,5 nello scenario S1 sono riportate in Appendice A, Figura 3.

#### 5.2.4 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Le ricadute medie annuali di SO<sub>2</sub> nello scenario S1 sono state stimate per il confronto con il valore obiettivo per la protezione della vegetazione indicato dal D.Lgs. 155/2010, pari a 20 µg/m<sup>3</sup> come media annua. Anche in questo caso la concentrazione media annua nel punto di massima ricaduta al suolo, pari a circa 0,07 µg/m<sup>3</sup> come media del triennio di simulazione 2021-2023, risulta più di 285 volte inferiore rispetto al suddetto valore per la protezione della vegetazione e in tal senso praticamente trascurabile.

*Tabella 5.8: Scenario S1 - Ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo*

Inquinante	Concentrazioni Max al suolo di SO <sub>2</sub> (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Livello critico per la vegetazione (media annua)
	Anno civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	0,06	0,06	0,08	<b>0,07</b>	20 µg/m <sup>3</sup>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 88 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

In Figura 4 dell'Appendice A si riportano le mappe che mostrano l'andamento delle ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> rispetto all'ubicazione delle aree Rete Natura 2000, per la cui caratterizzazione si rimanda allo Studio di Incidenza (001-ZA-E-85024).

Le ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> stimate dal modello sono sempre abbondantemente inferiori al livello critico per la protezione della vegetazione di 20 µg/m<sup>3</sup>, in particolare in corrispondenza delle aree Rete Natura 2000 ubicate in prossimità della costa, interessate da livelli di ricaduta sostanzialmente trascurabili.

*Tabella 5.9: Scenario S1 – Ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> nei due siti della Rete Natura 2000*

ID	NOME	TIPO	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> (Media annua)				Livello critico per la vegetazione (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
ITB013012	SAGNO DI PILO CASACCIO E SALINE DI	SIC/ZSC	0,02	0,03	0,03	<b>0,03</b>	20 µg/m <sup>3</sup>
ITB010003	STAGNO E GINEPRO DI PLATAMONA	SIC/ZSC	0,04	0,03	0,03	<b>0,03</b>	

Per completezza i valori delle medie annue di SO<sub>2</sub> ottenute in corrispondenza di ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria, sebbene in corrispondenza di tali punti non trovi diretta applicazione il livello critico per la protezione della vegetazione sopra menzionato.

*Tabella 5.10: Scenario S1 - Ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> (Media annua)			
			Anno civile			MEDIA
			2021	2022	2023	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,03	0,04	0,04	<b>0,03</b>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,02	0,04	0,03	<b>0,03</b>
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,02	0,03	0,03	<b>0,03</b>
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,03	0,04	0,04	<b>0,04</b>
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 89 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> (Media annua)			
			Anno civile			MEDIA
			2021	2022	2023	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,04	0,05	0,03	<b>0,04</b>
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,06	0,04	0,03	<b>0,04</b>
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,06	0,04	0,03	<b>0,04</b>
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,03	0,05	0,03	<b>0,04</b>
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,02	0,03	0,03	<b>0,03</b>
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,03	<b>0,03</b>
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,02	0,03	0,04	<b>0,03</b>
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,02	0,03	0,03	<b>0,03</b>
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,02	0,04	0,03	<b>0,03</b>
CENS S3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,02	0,01	0,01	<b>0,01</b>
CENP T1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,03	0,04	0,03	<b>0,03</b>
CENS S4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>

### 5.2.5 Simulazioni per Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB

In aggiunta alle valutazioni per NO<sub>x</sub>, particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> ed SO<sub>2</sub> descritte nei paragrafi precedenti, sono state eseguite valutazioni modellistiche relative a:

- Benzene;
- Metalli Pesanti (Cd, As, Pb, Ni, Hg, Cr, Cu, Se, Zn);
- IPA, considerando i seguenti composti: Phenantrene, Anthracene, Fluoranthene, Pyrene, Benzo(a)anthracene, Chrysene, Perylene, Benzo(b)-fluoranthene, Benzo(k)-fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Dibenzo(a,l)pyrene, Benzo(g,h,i)perylene, Dibenzo(a,h)anthracene, Indeno(1,2,3-c,d)pyrene);
- PCDD/F (valutati in termini di TEQ 2,3,7,8-TCDD);
- PCB.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 90 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

In particolare, come già specificato nel Par. 2.2.2, si ricorda che il Benzene è stato considerato per la categoria NMVOC, in quanto è l'unico dei composti per cui sussiste un valore limite di qualità dell'aria stabilito dalla normativa vigente e, tra i composti organici volatili non metanici potenzialmente presenti in tracce nelle emissioni derivanti dalla combustione dell'MDO dai motori dei rimorchiatori, è quello caratterizzato da valori di riferimento per inalazione più restrittivi tra quelli indicati dalla banca dati ISS-INAIL.

#### 5.2.5.1 Stima delle concentrazioni medie annue in atmosfera

Nella tabella seguente si riportano i risultati in termini di concentrazioni medie annue in atmosfera in corrispondenza del punto di massima ricaduta per Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB. I valori sono confrontabili con:

- laddove definiti, i valori limite / obiettivo indicati nel D.Lgs. 155/2010;
- laddove definiti, i valori di "Inhalation Reference Concentration" (RfC) espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , come desunti dal documento "Banca dati ISS-INAIL - Rev. Marzo 2018", considerati in ambito di valutazione di impatto sanitario (Doc. No. 001-ZA-E-85018) per le valutazioni sul rischio tossicologico (non-cancerogeno) di tipo inalatorio.

Anche in questo caso si evidenzia che le massime ricadute stimate per tutti gli anni simulati avvengono a mare, dove si ottengono comunque valori ampiamente inferiori ai valori limite e di riferimento applicabili, con le massime ricadute sulla terraferma che sono risultate ulteriormente più contenute (si veda la tabella seguente).

*Tabella 5.11: Scenario S1 – Concentrazioni medie annue di Benzene, Metalli, IPA e PCDD/F stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	CONCENTRAZIONI MAX AL SUOLO (media annua) $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana	Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration" (RfC)	
	Anno civile			MEDIA				Media annua
	2021	2022	2023					
Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2E-03	1,4E-03	2,0E-03	<b>1,5E-03</b>	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	
As $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,0E-07	3,4E-07	4,6E-07	<b>4,0E-07</b>	-	0,006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,015 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Cd $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9,0E-08	8,5E-08	1,1E-07	<b>9,5E-08</b>	-	0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Ni $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,0E-05	8,5E-06	1,1E-05	<b>9,8E-06</b>	-	0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Pb $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,0E-06	1,1E-06	1,5E-06	<b>1,2E-06</b>	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	
Hg $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,2E-07	2,5E-07	3,5E-07	<b>2,7E-07</b>	-	-	0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Cr $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,6E-07	4,2E-07	5,7E-07	<b>4,5E-07</b>	-	-	0,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 91 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

INQUINANTE	CONCENTRAZIONI MAX AL SUOLO (media annua) µg/m3				Valore limite protezione salute umana	Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration" (RfC)	
	Anno civile			MEDIA				Media annua
	2021	2022	2023					
Cu µg/m3	6,4E-06	7,5E-06	1,0E-05	<b>8,0E-06</b>	-	-	140 µg/m3	
Se µg/m3	1,0E-06	8,5E-07	1,1E-06	<b>9,8E-07</b>	-	-	20 µg/m3	
Zn µg/m3	1,0E-05	1,0E-05	1,6E-09	<b>6,7E-06</b>	-	-	1100 µg/m3	
B(a)P µg/m3	3,0E-07	3,5E-07	4,7E-07	<b>3,7E-07</b>	-	0,001 µg/m3	0,002 µg/m3	
Phenantrene µg/m3	9,7E-05	1,1E-04	1,5E-04	<b>1,2E-04</b>	-	-	3 µg/m3	
Anthracene µg/m3	2,8E-07	3,0E-07	4,1E-07	<b>3,3E-07</b>	-	-	3 µg/m3	
Fluoranthene µg/m3	3,7E-05	3,8E-05	5,2E-05	<b>4,2E-05</b>	-	-	3 µg/m3	
Pyrene µg/m3	4,2E-05	4,8E-05	6,6E-05	<b>5,2E-05</b>	-	-	3 µg/m3	
Benzo(a)anthracene µg/m3	7,3E-08	7,8E-08	1,1E-07	<b>8,7E-08</b>	-	-	-	
Chrysene µg/m3	1,8E-06	2,0E-06	2,6E-06	<b>2,1E-06</b>	-	-	-	
Perylene µg/m3	1,3E-06	1,4E-06	1,9E-06	<b>1,5E-06</b>	-	-	3 µg/m3	
Benzo(b)fluoranthene µg/m3	4,0E-08	4,3E-08	5,9E-08	<b>4,7E-08</b>	-	-	-	
Benzo(k)fluoranthene µg/m3	1,3E-08	1,4E-08	1,9E-08	<b>1,5E-08</b>	-	-	-	
Dibenzo(a,l)pyrene µg/m3	1,6E-10	1,7E-10	2,3E-10	<b>1,9E-10</b>	-	-	-	
Benzo(g,h,i)perylene µg/m3	4,4E-07	4,7E-07	6,4E-07	<b>5,2E-07</b>	-	-	3 µg/m3	
Dibenzo(a,h)anthracene µg/m3	4,4E-09	4,8E-09	6,5E-09	<b>5,2E-09</b>	-	-	-	
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene µg/m3	1,5E-08	1,6E-08	2,1E-08	<b>1,7E-08</b>	-	-	-	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 92 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

INQUINANTE	CONCENTRAZIONI MAX AL SUOLO (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration" (RfC)	
	Anno civile			MEDIA				Media annua
	2021	2022	2023					
PCDD/F (espressi come TEQ 2,3,7,8- TCDD) µg/m <sup>3</sup>	9,5E-13	1,1E-12	1,5E-12	<b>1,2E-12</b>	-	-	4,0E-05 µg/m <sup>3</sup>	
PCB µg/m <sup>3</sup>	2,9E-10	3,3E-10	4,5E-10	<b>3,6E-10</b>	-	-	4,0E-04 µg/m <sup>3</sup>	

Dai risultati ottenuti appare evidente come le concentrazioni atmosferiche attese siano praticamente trascurabili, risultando sempre diversi ordini di grandezza inferiori ai valori limite / obiettivo laddove definiti dalla normativa vigente, nonché ai valori di riferimento tossicologico (valori RfC) per l'esposizione inalatoria desunti dalla "Banca dati ISS-INAIL".

Si segnala che, per alcune delle sostanze analizzate, la "Banca dati ISS-INAIL" non restituisce un valore di RfC, ma queste sono state comunque prese in esame ai fini delle valutazioni di rischio tossicologico cancerogeno riportate nell'ambito della valutazione di impatto sanitario (Doc. No. 001-ZA-E-85018), cui si rimanda per i relativi dettagli.

Per completezza espositiva, in Appendice A si riportano le mappe delle ricadute medie annuali per Benzene, Pb (rappresentativo dei Metalli Pesanti), Benzo(a)Pirene (rappresentativo degli IPA) e PCDD/F e PCB, evidenziando anche l'ubicazione del punto di massima ricaduta (a mare). Al di là dei valori assoluti, sempre trascurabili come sopra indicato, anche le mappe di ricaduta degli altri parametri mostrerebbero un andamento del tutto analogo. Dalle figure si osserva inoltre come le concentrazioni maggiori, comunque molto basse nei quantitativi, si verificano in mare, mentre come precedentemente spiegato le ricadute sulla terraferma risultano ulteriormente contenute e trascurabili.

Per completezza, nella tabella seguente si riportano i valori ottenuti in corrispondenza di ricettori discreti e centraline di qualità dell'aria per Benzene, Pb, As, Cd, Ni, e B(a)P, parametri per i quali la normativa di settore fissa un relativo valore limite / obiettivo come riportato anche nella tabella precedente.

*Tabella 5.12: Scenario S1 - Ricadute medie annue di Benzene in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Benzene (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	3,79E-04	7,11E-04	5,40E-04	<b>5,43E-04</b>	5 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	3,33E-04	6,83E-04	4,91E-04	<b>5,03E-04</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	2,66E-04	7,43E-04	4,66E-04	<b>4,92E-04</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 93 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Benzene (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,99E-04	3,85E-04	4,07E-04	<b>3,30E-04</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	5,54E-04	8,22E-04	7,00E-04	<b>6,92E-04</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	3,83E-04	5,33E-04	5,70E-04	<b>4,96E-04</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	7,22E-04	9,99E-04	4,41E-04	<b>7,21E-04</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	1,27E-03	7,54E-04	5,56E-04	<b>8,62E-04</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	1,28E-03	7,27E-04	5,82E-04	<b>8,61E-04</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	6,22E-04	1,01E-03	4,42E-04	<b>6,93E-04</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	2,62E-04	7,39E-04	4,35E-04	<b>4,79E-04</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	3,71E-04	4,57E-04	5,73E-04	<b>4,67E-04</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	2,47E-04	3,20E-04	4,44E-04	<b>3,37E-04</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	3,56E-04	5,68E-04	5,20E-04	<b>4,81E-04</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	2,62E-04	7,88E-04	4,55E-04	<b>5,02E-04</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	3,94E-04	8,10E-04	5,23E-04	<b>5,76E-04</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	2,90E-04	2,08E-04	1,86E-04	<b>2,28E-04</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	5,93E-04	8,05E-04	4,67E-04	<b>6,22E-04</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	3,64E-04	5,33E-04	4,40E-04	<b>4,45E-04</b>	

Tabella 5.13: Scenario S1 – Ricadute medie annue di As in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	As (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	9,41E-08	1,78E-07	1,35E-07	<b>1,36E-07</b>	0,006 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	8,28E-08	1,72E-07	1,23E-07	<b>1,26E-07</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	6,65E-08	1,92E-07	1,18E-07	<b>1,26E-07</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 94 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	As (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	4,99E-08	1,02E-07	1,03E-07	<b>8,51E-08</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	1,37E-07	2,04E-07	1,75E-07	<b>1,72E-07</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	9,52E-08	1,34E-07	1,43E-07	<b>1,24E-07</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	1,78E-07	2,50E-07	1,11E-07	<b>1,80E-07</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	3,14E-07	1,89E-07	1,38E-07	<b>2,14E-07</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	3,14E-07	1,82E-07	1,45E-07	<b>2,14E-07</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	1,54E-07	2,54E-07	1,11E-07	<b>1,73E-07</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	6,56E-08	1,90E-07	1,10E-07	<b>1,22E-07</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	9,21E-08	1,15E-07	1,44E-07	<b>1,17E-07</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	6,19E-08	8,17E-08	1,12E-07	<b>8,51E-08</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	8,85E-08	1,43E-07	1,31E-07	<b>1,21E-07</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	6,55E-08	2,03E-07	1,15E-07	<b>1,28E-07</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	9,81E-08	2,07E-07	1,33E-07	<b>1,46E-07</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	7,39E-08	5,39E-08	4,84E-08	<b>5,87E-08</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	1,47E-07	2,04E-07	1,18E-07	<b>1,56E-07</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	9,11E-08	1,35E-07	1,10E-07	<b>1,12E-07</b>	

Tabella 5.14: Scenario S1 – Ricadute medie annue Cd in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	Cd (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration (RfC)
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	2,35E-08	4,46E-08	3,38E-08	<b>3,40E-08</b>	0,005 µg/m <sup>3</sup>	0,01 µg/m <sup>3</sup>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 95 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Cd (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration (RfC)
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media Annua	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	2,07E-08	4,30E-08	3,09E-08	<b>3,15E-08</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	1,66E-08	4,80E-08	2,95E-08	<b>3,14E-08</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,25E-08	2,54E-08	2,59E-08	<b>2,13E-08</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	3,43E-08	5,11E-08	4,37E-08	<b>4,30E-08</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	2,38E-08	3,35E-08	3,58E-08	<b>3,10E-08</b>		
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	4,45E-08	6,25E-08	2,77E-08	<b>4,49E-08</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	7,84E-08	4,72E-08	3,46E-08	<b>5,34E-08</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	7,85E-08	4,55E-08	3,61E-08	<b>5,34E-08</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	3,84E-08	6,34E-08	2,78E-08	<b>4,32E-08</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	1,64E-08	4,74E-08	2,75E-08	<b>3,04E-08</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	2,30E-08	2,87E-08	3,59E-08	<b>2,92E-08</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	1,55E-08	2,04E-08	2,79E-08	<b>2,13E-08</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	2,21E-08	3,57E-08	3,27E-08	<b>3,02E-08</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	1,64E-08	5,07E-08	2,88E-08	<b>3,19E-08</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	2,45E-08	5,19E-08	3,31E-08	<b>3,65E-08</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,85E-08	1,35E-08	1,21E-08	<b>1,47E-08</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	3,67E-08	5,10E-08	2,94E-08	<b>3,90E-08</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	2,28E-08	3,36E-08	2,76E-08	<b>2,80E-08</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 96 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.15: Scenario S1 – Ricadute medie annue di Ni in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Ni (media annua) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration (RfC)
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	2,35E-06	4,46E-06	3,38E-06	<b>3,40E-06</b>	0,02 µg/m <sup>3</sup>	0,09 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	2,07E-06	4,30E-06	3,09E-06	<b>3,15E-06</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	1,66E-06	4,80E-06	2,95E-06	<b>3,14E-06</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,25E-06	2,54E-06	2,59E-06	<b>2,13E-06</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	3,43E-06	5,11E-06	4,37E-06	<b>4,30E-06</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	2,38E-06	3,35E-06	3,58E-06	<b>3,10E-06</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	4,45E-06	6,25E-06	2,77E-06	<b>4,49E-06</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	7,84E-06	4,72E-06	3,46E-06	<b>5,34E-06</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	7,85E-06	4,55E-06	3,61E-06	<b>5,34E-06</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	3,84E-06	6,34E-06	2,78E-06	<b>4,32E-06</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	1,64E-06	4,74E-06	2,75E-06	<b>3,04E-06</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	2,30E-06	2,87E-06	3,59E-06	<b>2,92E-06</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	1,55E-06	2,04E-06	2,79E-06	<b>2,13E-06</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	2,21E-06	3,57E-06	3,27E-06	<b>3,02E-06</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	1,64E-06	5,07E-06	2,88E-06	<b>3,19E-06</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	2,45E-06	5,19E-06	3,31E-06	<b>3,65E-06</b>		
CENSS 3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio o aria	1,85E-06	1,35E-06	1,21E-06	<b>1,47E-06</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio o aria	3,67E-06	5,10E-06	2,94E-06	<b>3,90E-06</b>		
CENSS 4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio o aria	2,28E-06	3,36E-06	2,76E-06	<b>2,80E-06</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 97 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.16: Scenario S1 – Ricadute medie annue di Pb in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Pb (media annua) µg/m3				Valore limite protezione salute (media annua)
			Anno civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	3,06E-07	5,79E-07	4,40E-07	<b>4,42E-07</b>	0.5 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	2,69E-07	5,60E-07	4,01E-07	<b>4,10E-07</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	2,16E-07	6,24E-07	3,84E-07	<b>4,08E-07</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,62E-07	3,31E-07	3,36E-07	<b>2,76E-07</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	4,46E-07	6,64E-07	5,68E-07	<b>5,59E-07</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	3,09E-07	4,36E-07	4,65E-07	<b>4,03E-07</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	5,78E-07	8,12E-07	3,60E-07	<b>5,84E-07</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	1,02E-06	6,14E-07	4,50E-07	<b>6,94E-07</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	1,02E-06	5,92E-07	4,70E-07	<b>6,94E-07</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	4,99E-07	8,24E-07	3,61E-07	<b>5,61E-07</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	2,13E-07	6,16E-07	3,57E-07	<b>3,95E-07</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	2,99E-07	3,74E-07	4,67E-07	<b>3,80E-07</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	2,01E-07	2,66E-07	3,63E-07	<b>2,77E-07</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	2,88E-07	4,65E-07	4,25E-07	<b>3,92E-07</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	2,13E-07	6,59E-07	3,74E-07	<b>4,15E-07</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	3,19E-07	6,74E-07	4,31E-07	<b>4,75E-07</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	2,40E-07	1,75E-07	1,57E-07	<b>1,91E-07</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	4,77E-07	6,62E-07	3,82E-07	<b>5,07E-07</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	2,96E-07	4,37E-07	3,58E-07	<b>3,64E-07</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES  STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA  (ESERCIZIO)</b>	Fg. 98 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.17: Scenario S1 – Ricadute medie annue di B(a)P in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	B(a)P (medie annue) µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration (RfC)
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	9,67E-08	1,83E-07	1,39E-07	0,001 µg/m <sup>3</sup>	0,002 µg/m <sup>3</sup>	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	8,50E-08	1,77E-07	1,27E-07			
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	6,84E-08	1,97E-07	1,21E-07			
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	5,13E-08	1,05E-07	1,06E-07			
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	1,41E-07	2,10E-07	1,80E-07			
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	9,78E-08	1,38E-07	1,47E-07			
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	1,83E-07	2,57E-07	1,14E-07			
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	3,22E-07	1,94E-07	1,42E-07			
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	3,23E-07	1,87E-07	1,49E-07			
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	1,58E-07	2,61E-07	1,14E-07			
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	6,74E-08	1,95E-07	1,13E-07			
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	9,47E-08	1,18E-07	1,48E-07			
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	6,35E-08	8,40E-08	1,15E-07			
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	9,10E-08	1,47E-07	1,34E-07			
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	6,72E-08	2,08E-07	1,18E-07			
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	1,01E-07	2,13E-07	1,36E-07			
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	7,58E-08	5,53E-08	4,97E-08			6,03E-08
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	1,51E-07	2,09E-07	1,21E-07	1,60E-07		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 99 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	B(a)P (medie annue) $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore obiettivo	Inhalation Reference Concentration (RfC)
			Anno civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media annua	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitorag gio aria	9,36E-08	1,38E-07	1,13E-07	<b>1,15E-07</b>		

#### 5.2.5.2 Stima delle deposizioni al suolo per alcuni metalli rappresentativi, PCDD/F e Benzo(a)pirene

Nella tabella seguente si riportano i valori delle deposizioni medie annue stimate dal modello in corrispondenza del punto di massima ricaduta al suolo. La stima delle deposizioni è stata ottenuta assumendo che le sostanze analizzate siano associate al materiale particolato, considerando la sommatoria delle componenti di deposizione secca e umida.

In mancanza di specifici valori limite / obiettivo a livello nazionale le deposizioni, espresse in termini  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}$  (deposizioni giornaliere per unità di superficie che si verificano mediamente su base annuale), sono state messe a confronto con valori di riferimento desumibili da riferimenti bibliografici (normativa estera e pubblicazioni scientifiche), la cui fonte bibliografica è richiamata in fondo alla tabella, dando priorità ai valori normativi rispetto a quelli derivanti da altre fonti bibliografiche.

*Tabella 5.18: Scenario S1 – Deposizioni medie su base annuale nel punto di massima ricaduta al suolo stimate dal modello per Pb, Cd, Ni, As, PCDD/F e Benzo(a)pirene*

Deposizione media annua nel punto di massima ricaduta al suolo (Dmax) $[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}]$					Valore di riferimento (VR) $[\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{gg}]$	Dmax/VR (%)	NOTE
Inquinante	Anno civile			Media			
	2021	2022	2023				
Pb	3,7E-09	2,0E-09	5,4E-09	<b>3,7E-09</b>	100 (1,2E-03 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	0,0003%	Note 1
Cd	2,8E-10	2,5E-10	4,1E-10	<b>3,1E-10</b>	2 (2,3E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	0,0014%	Note 2
Ni	2,0E-08	9,2E-09	4,1E-08	<b>2,3E-08</b>	15 (1,7E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	0,0135%	Note 3
As	1,1E-09	1,3E-10	1,7E-09	<b>9,8E-10</b>	4 (4,6E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	0,0021%	Note 3
PCDD/F	3,7E-15	1,5E-15	5,4E-15	<b>3,5E-15</b>	3,6E-06 (4,2E-11 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	0,0085%	Note 4
B(a)P	1,2E-09	5,0E-10	1,7E-09	<b>1,1E-09</b>	1,9E-03 (2,2E-08 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )	5,2%	Note 5

- (1) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Austria, Croazia, Svizzera)
- (2) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Austria, Croazia, Svizzera, Belgio)
- (3) Limite stabilito dalla normativa di alcuni paesi europei (Germania, Croazia)
- (4) L. Van Lieshout et al., 2001
- (5) Menichini et al., 2006

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 100 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Dai valori riportati nella tabella precedente, si evince come le massime deposizioni al suolo siano sempre diversi ordini di grandezza inferiori anche ai più stringenti valori di riferimento desunti dalle fonti di letteratura sopra indicate, in particolare per i metalli e per i PCDD/F i cui valori di deposizione appaiono stanzialmente trascurabili se messi a confronto con i relativi valori di riferimento. Anche le deposizioni di Benzo(a)Pirene risultano comunque pari a circa il 5% del valore di riferimento nel punto di massima ricaduta al suolo. Si sottolinea in tal senso che i valori di riferimento indicati non rappresentano limite normativo sul territorio nazionale italiano. In particolare, i valori di riferimento per PCDD/F e Benzo(a)Pirene sono stati desunti da letteratura di settore e non si riferiscono a valori normativi eventualmente desunti dalla normativa applicabile in altri paesi europei.

Come si evince anche dalle mappe di deposizione riportate nell'Appendice A, le massime deposizioni si verificano in prossimità dell'area di ingresso del porto, con i maggiori valori che si registrano a mare. I livelli di deposizione tendono ad attenuarsi sulla terraferma, con contributi sostanzialmente nulli/trascurabili in corrispondenza di aree agricole più distanti dalle sorgenti emmissive.

### 5.3 Scenario S2

#### 5.3.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

Per quanto concerne gli NO<sub>x</sub>, il limite di legge orario fissato dal D.Lgs. 155/2010 è pari a 200 µg/m<sup>3</sup> (per NO<sub>2</sub>) e non può essere superato per più di 18 volte in un anno, il che corrisponde al 99,8° percentile dei valori su media oraria.

Le massime ricadute stimate nello scenario S2 si registrano in mare, in prossimità dell'area in cui saranno effettuate le operazioni di manovra della metaniera con i rimorchiatori a supporto. Il valore del 99,8° percentile orario nel punto di massima ricaduta al suolo (circa 97 µg/m<sup>3</sup> come media del triennio di simulazione 2021-2023) è comunque inferiore al valore limite e si verifica in corrispondenza dell'estremità più a nord (affaccio sul mare) della banchina di attracco dei traghetti di Porto Torres ubicata a sud-est dell'area di futura ubicazione della FSRU (area di manovra delle metaniere con i rimorchiatori a supporto). A distanze maggiori sulla terraferma, le ricadute subiscono una considerevole attenuazione.

Le mappe delle ricadute medie orarie di NO<sub>x</sub> riferite al 99,8° percentile sono riportate in Figura 1 dell'appendice B.

*Tabella 5.19: Scenario S2 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NO<sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NO <sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> - 99,8° percentile medie orarie)
	Anno civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>	98,9	119,6	73,0	97,1	200 µg/m <sup>3</sup>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 101 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Come si evince dalla successiva Tabella, le ricadute stimate in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria risultano ulteriormente inferiori. Le concentrazioni sulla terraferma sono ovunque inferiori al limite di legge.

Sempre con riferimento allo scenario S2, sono state stimate anche le massime ricadute al suolo attese con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere, per il confronto con il valore guida pari a 25 µg/m<sup>3</sup> suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Le ricadute stimate dal modello sulla terraferma sono risultate sempre inferiori al suddetto valore guida (circa 12,0 µg/m<sup>3</sup> nel punto di massima ricaduta al suolo riferite al 99° percentile, in corrispondenza della banchina di attracco dei traghetti di Porto Torres, in un punto comunque esterno all'abitato).

*Tabella 5.20: Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (NO2 - media giornaliera)
	Anno civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
<b>NOx</b> µg/m <sup>3</sup>	12,1	12,5	11,6	<b>12,0</b>	99,0%p 25 µg/m <sup>3</sup>

Le mappe delle ricadute medie giornaliere di NOx riferite al 99 percentile sono riportate in Figura 2 dell'appendice B.

Il risultato ottenuto per questo scenario emissivo è in ogni caso da considerarsi estremamente cautelativo ed è sicuramente influenzato dalle ipotesi modellistiche con le quali è stato calcolato; ai fini della stima si è infatti assunto il verificarsi della condizione emissiva più impattante (sovrapposizione delle emissioni generate dai motori della FSRU alle attività della metaniera da 30.000 m<sup>3</sup> e dei 2 rimorchiatori) per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi. In realtà, come evidenziato nel Par. 4.3 che descrive gli scenari emissivi simulati, la presenza della metaniera da 30.000 m<sup>3</sup> è prevista per non più di 46 giornate all'anno. Si precisa che ai fini di questa analisi non sono stati considerati i n. 2 allibi annui della metaniera da 130.000 m<sup>3</sup>, dal momento che non si ritiene realistico valutarne gli effetti ipotizzando la presenza in porto della metaniera per 365 giorni/anno; inoltre, una collocazione dei soli 2 allibi a livello temporale è a priori difficilmente prevedibile e non è per altro detto che si vada a verificare in tutte le annualità di esercizio.

Si ricorda inoltre che un'altra ipotesi cautelativa, adottata esclusivamente ai fini delle valutazioni modellistiche, è l'adozione di un rapporto pari a 1 tra i quantitativi di NOx emessi e le relative ricadute al suolo di NO<sub>2</sub>.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 102 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente. Come anticipato, si osserva che i valori orari stimati presso ricettori discreti e centraline, ottenuti con le suddette ipotesi ampiamente conservative, risultano sempre ampiamente inferiori ai rispettivi valori limite e guida, non superando mai i 30 µg/m<sup>3</sup> per il percentile orario e i 6 µg/m<sup>3</sup> per quello giornaliero

*Tabella 5.21: Scenario S2- 99.8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (NO2 - 99,8° percentile medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	22,44	25,69	23,52	<b>23,88</b>	200 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	20,51	24,53	24,50	<b>23,18</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	18,42	20,33	20,53	<b>19,76</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	20,38	21,20	19,59	<b>20,39</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	27,11	23,72	25,46	<b>25,43</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	23,07	24,52	23,43	<b>23,67</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	22,20	25,94	22,32	<b>23,49</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	37,92	24,99	26,09	<b>29,67</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	36,03	23,96	27,16	<b>29,05</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	21,22	25,16	21,21	<b>22,53</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	19,18	21,57	19,18	<b>19,97</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	22,21	25,63	23,56	<b>23,80</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	20,54	20,08	20,33	<b>20,32</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	22,66	23,94	22,73	<b>23,11</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	18,51	21,10	20,64	<b>20,08</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	20,82	20,47	19,17	<b>20,15</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 103 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx µg/m3				Valore limite protezione salute umana (NO2 - 99,8° percentile medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	12,77	10,33	14,20	<b>12,43</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	22,20	20,96	20,71	<b>21,29</b>	
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	19,57	16,73	18,60	<b>18,30</b>	

*Tabella 5.22: Scenario S2- 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° percentile media giornaliera NO2)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	5,87	4,61	4,75	<b>5,08</b>	25 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	5,38	4,37	4,57	<b>4,77</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	4,29	4,70	3,71	<b>4,23</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	6,68	3,42	2,91	<b>4,34</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	6,63	5,91	4,97	<b>5,84</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	5,93	4,19	4,99	<b>5,04</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	7,58	5,32	4,38	<b>5,76</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	7,86	4,81	4,41	<b>5,69</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	7,18	5,16	4,35	<b>5,56</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	8,06	5,09	4,09	<b>5,75</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	3,95	4,49	4,05	<b>4,16</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	6,01	4,07	4,99	<b>5,02</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	3,93	4,17	3,88	<b>3,99</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	5,60	3,88	4,68	<b>4,72</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	4,52	5,05	3,83	<b>4,47</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 104 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° percentile media giornaliera NO2)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	5,22	4,28	3,74	<b>4,41</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,73	1,75	2,04	<b>1,84</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	5,51	4,54	3,66	<b>4,57</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	4,42	3,06	4,33	<b>3,94</b>	

### 5.3.2 Particolato atmosferico (PM10)

I livelli di ricaduta stimati nella simulazione relativa allo scenario S2 risultano sempre di circa due ordini di grandezza inferiori al limite del 90.4° percentile delle ricadute medie giornaliere al suolo pari a circa  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (che si verifica in prossimità della costa e sul pontile di attracco dei traghetti commerciali), cioè oltre 150 volte inferiore al valore limite.

Sempre con riferimento allo scenario massimo, sono state stimate anche le ricadute al suolo attese con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere, per il confronto con il valore guida pari a  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021.

Le concentrazioni al suolo stimate dal modello sono pari a circa  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con riferimento al 99° percentile nel punto di massima ricaduta (che si verifica sempre in prossimità della costa e sul pontile di attracco dei traghetti commerciali), risultando pertanto anche in questo caso molto inferiori rispetto al suddetto valore guida OMS.

Tabella 5.23: Scenario S2 – Scenario S2 – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo

INQUINANTE	PERC.	Concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
		Anno Civile			MEDIA		
		2021	2022	2023			
PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	90,4°	0,32	0,29	0,32	<b>0,31</b>	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	99°	1,04	0,96	0,89	<b>0,96</b>	-	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le mappe delle ricadute medie giornaliere sono riportate in Appendice B, Figure 3 e 4.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 105 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Per tutti i parametri, i valori in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono risultati ulteriormente inferiori ai rispetti valori limite e guida.

*Tabella 5.24: Scenario S2 - 90.4° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	90,4° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3			MEDIA	Valore limite protezione salute umana (90,4° perc. media giornaliera)
			Anno civile				
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,15	0,15	0,18	<b>0,16</b>	50 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,13	0,13	0,17	<b>0,15</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,10	0,11	0,11	<b>0,11</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,09	0,09	0,09	<b>0,09</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,19	0,19	0,23	<b>0,20</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,15	0,14	0,18	<b>0,16</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,16	0,16	0,20	<b>0,17</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,18	0,16	0,19	<b>0,18</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,17	0,16	0,19	<b>0,17</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,14	0,16	0,19	<b>0,17</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,11	0,12	0,12	<b>0,11</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,16	0,14	0,17	<b>0,16</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,16	0,13	0,15	<b>0,15</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,14	0,13	0,17	<b>0,15</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,11	0,12	0,12	<b>0,11</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,10	0,11	0,12	<b>0,11</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,07	0,06	0,09	<b>0,07</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,12	0,13	0,14	<b>0,13</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,18	0,16	0,15	<b>0,16</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 106 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.25: Scenario S2 - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM10 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. media giornaliera)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,75	0,51	0,54	<b>0,60</b>	45 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,67	0,49	0,56	<b>0,57</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,39	0,38	0,42	<b>0,40</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,36	0,26	0,33	<b>0,32</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,85	0,58	0,55	<b>0,66</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,75	0,49	0,63	<b>0,62</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,51	0,49	0,40	<b>0,47</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,42	0,48	0,40	<b>0,43</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,41	0,47	0,38	<b>0,42</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,48	0,48	0,40	<b>0,45</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,41	0,42	0,43	<b>0,42</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,72	0,46	0,66	<b>0,62</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,46	0,49	0,51	<b>0,49</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,69	0,48	0,60	<b>0,59</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,43	0,37	0,44	<b>0,41</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,51	0,42	0,40	<b>0,44</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,21	0,15	0,25	<b>0,20</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,39	0,42	0,39	<b>0,40</b>	
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,54	0,37	0,48	<b>0,46</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 107 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

### 5.3.3 Particolato atmosferico (PM2,5)

Con riferimento allo scenario S2, sono state stimate le massime ricadute nel dominio di calcolo attese con riferimento al 99° percentile delle medie giornaliere di PM2,5, per il confronto con il valore guida pari a 15 µg/m<sup>3</sup> suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021.

Come mostrato nella Tabella seguente, anche nel punto di massima ricaduta a suolo le concentrazioni stimate dal modello sono pari a circa 0,8 µg/m<sup>3</sup>, risultando pertanto anche in tale punto molto inferiori al suddetto valore guida.

*Tabella 5.26: Scenario S2 – Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	99° percentile medie giornaliere di PM2,5 nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m3				MEDIA	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° Perc. medie giornaliere)
	Anno Civile					
	2021	2022	2023			
<b>PM2.5 µg/m3</b>	0,87	0,81	0,75	<b>0,81</b>	15 µg/m3	

Le mappe delle ricadute medie giornaliere sono riportate in Appendice B Figura 5.

Per entrambi i parametri, i valori in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono risultati ulteriormente inferiori ai rispetti valori limite e guida.

*Tabella 5.27: Scenario S2 - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2,5 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di PM2,5 µg/m3				MEDIA	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° Perc. medie giornaliere)
			Anno Civile					
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,63	0,43	0,46	<b>0,51</b>	15 µg/m3	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,56	0,41	0,47	<b>0,48</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,33	0,32	0,35	<b>0,33</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,30	0,22	0,28	<b>0,27</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 108 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di PM2,5 µg/m <sup>3</sup>			MEDIA	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° Perc. medie giornaliere)
			Anno Civile				
			2021	2022	2023		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,71	0,49	0,46	<b>0,55</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,63	0,41	0,53	<b>0,52</b>	
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,43	0,41	0,34	<b>0,39</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,36	0,40	0,33	<b>0,36</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,35	0,40	0,32	<b>0,36</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,40	0,40	0,34	<b>0,38</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,34	0,36	0,36	<b>0,35</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,61	0,39	0,56	<b>0,52</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,39	0,41	0,43	<b>0,41</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,58	0,40	0,50	<b>0,49</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,36	0,31	0,37	<b>0,35</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,43	0,35	0,34	<b>0,37</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,18	0,13	0,22	<b>0,17</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,33	0,36	0,33	<b>0,34</b>	
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,45	0,31	0,40	<b>0,39</b>	

#### 5.3.4 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Per quanto concerne l'SO<sub>2</sub>, il limite di legge orario fissato dal D. Lgs 155/2010 è pari a 350 µg/m<sup>3</sup> e non può essere superato per più di 24 volte in un anno, il che corrisponde al 99,7° percentile dei valori su media oraria.

Come mostrato nella seguente Tabella, il valore di massima ricaduta (all'interno dello specchio d'acqua portuale) risulta pari a circa 26 µg/m<sup>3</sup> (circa 1/13 del valore limite), con valori inferiori a 7 µg/m<sup>3</sup> presso i ricettori discreti e alle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 109 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.28: Scenario S2 – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	99,7° percentile medie orarie di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana (99,7° Perc. medie orarie SO2)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23,40	31,23	24,08	<b>26,24</b>	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le mappe delle ricadute medie orarie sono riportate in Figura 6 dell'Appendice B.

Come mostrato nella Tabella seguente, le massime ricadute giornaliere stimate dal modello sono risultate pari o inferiori a 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (punto ubicato a mare), risultando anche in tale punto pari a circa 6 volte inferiore del limite più stringente delle Linee Guida 2021 dell'OMS.

*Tabella 5.29: Scenario S2 – 99,2° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	PERC.	Ricadute medie giornaliere di SO2 nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
		Anno Civile			MEDIA		
		2021	2022	2023			
SO2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	99,2°	6,81	7,86	7,11	<b>7,26</b>	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	99°	6,70	7,40	7,07	<b>7,06</b>	-	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Le mappe delle ricadute medie giornaliere sono riportate nelle Figure 7 e 8 dell'Appendice B.

Si richiamano per completezza i valori delle ricadute ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline, che mostrano come in corrispondenza di tali elementi le ricadute attese siano ulteriormente inferiori e contenute rispetto ai valori limite orario e giornaliero sopra indicati.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 110 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.30: Scenario S2 – 99,7° percentile delle ricadute medie orarie di SO2 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99,7° percentile medie orarie di SO2 µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (99,7° perc. medie orarie di SO2)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	4,64	5,61	4,69	<b>4,98</b>	350 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	4,54	5,04	4,23	<b>4,61</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	4,58	4,69	4,17	<b>4,48</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	3,21	3,78	4,35	<b>3,78</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	5,62	5,49	6,10	<b>5,74</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	5,14	6,05	4,72	<b>5,30</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	5,71	4,87	5,21	<b>5,26</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	7,74	5,51	5,37	<b>6,21</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	8,77	5,70	5,62	<b>6,70</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	4,87	4,71	5,61	<b>5,06</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	4,63	4,66	4,46	<b>4,58</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	5,40	5,76	4,18	<b>5,11</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	4,21	4,84	3,01	<b>4,02</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	4,47	5,46	4,24	<b>4,72</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	4,82	4,75	4,46	<b>4,68</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	4,51	4,41	4,72	<b>4,55</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,98	1,86	2,35	<b>2,06</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	5,47	3,91	4,53	<b>4,64</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	2,58	2,55	3,64	<b>2,92</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 111 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.31: Scenario S2 – 99,2° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO2 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99,2° percentile medie giornaliere di SO2 µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (99,2° perc. medie giornaliere di SO2)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	1,10	1,47	1,23	<b>1,27</b>	125 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	1,01	1,51	1,23	<b>1,25</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	1,34	1,81	1,06	<b>1,40</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,11	1,24	0,89	<b>1,08</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	1,70	2,19	1,60	<b>1,83</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	1,27	1,11	1,33	<b>1,24</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	2,53	1,74	1,13	<b>1,80</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	2,44	1,14	1,86	<b>1,82</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	2,38	1,26	1,66	<b>1,77</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	2,60	2,06	0,91	<b>1,86</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	1,15	1,75	0,86	<b>1,25</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	1,17	0,82	1,36	<b>1,12</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	1,26	0,83	0,89	<b>0,99</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	1,15	1,15	1,13	<b>1,14</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	1,48	1,92	0,85	<b>1,42</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLIENI	Struttura Scolastica	1,67	1,47	1,16	<b>1,43</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitorag gio aria	0,48	0,50	0,96	<b>0,65</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitorag gio aria	1,89	1,11	1,26	<b>1,42</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitorag gio aria	0,91	0,71	0,74	<b>0,79</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 112 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.32: Scenario S2 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di SO2 in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di SO2 µg/m3				MEDIA	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. medie giornaliere di SO2)
			Anno Civile					
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	1,13	1,40	0,95	<b>1,16</b>	40 µg/m3	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	1,08	1,28	0,73	<b>1,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	1,68	1,65	0,82	<b>1,38</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	2,15	1,13	0,68	<b>1,32</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	1,77	1,27	1,54	<b>1,53</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	1,60	1,02	1,23	<b>1,29</b>		
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	2,95	1,35	1,13	<b>1,81</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	2,57	1,14	1,45	<b>1,72</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	2,41	1,05	1,43	<b>1,63</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	2,71	1,40	0,91	<b>1,67</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	1,27	1,55	0,82	<b>1,21</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	1,85	0,81	1,22	<b>1,29</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	1,66	0,71	0,84	<b>1,07</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	1,43	1,10	1,08	<b>1,20</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	1,53	1,75	0,74	<b>1,34</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	2,13	0,95	1,07	<b>1,38</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,53	0,45	0,59	<b>0,52</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	2,20	1,10	1,02	<b>1,44</b>		
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	1,39	0,56	0,62	<b>0,86</b>		

### 5.3.5 Monossido di Carbonio (CO)

Le massime ricadute al suolo calcolate come media su 8 ore per il CO nella simulazione relativa allo scenario S2 risultano praticamente trascurabili, essendo ovunque più di 300 volte inferiori al valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup> (limite 10.000 µg/m<sup>3</sup>) ai sensi della normativa

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 113 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

vigente, con una concentrazione pari a circa 15 µg/m<sup>3</sup> come media su 3 anni di simulazioni nel punto di massima ricaduta al suolo.

Anche con riferimento con il valore guida pari a 4 mg/m<sup>3</sup> (4.000 µg/m<sup>3</sup>) suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021, si stimano ricadute pressoché trascurabili. Si segnala che, conservativamente è stato effettuato il confronto tra la massima media su 8 ore consecutive e il valore guida OMS che, come sopra indicato, è invece riferito al 99° percentile delle medie giornaliere.

*Tabella 5.33: Scenario S2 – Massime ricadute di CO calcolate come media su 8 ore nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	Massima media su 8 ore consecutive di CO nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (Massima media su 8 ore consecutive di CO)	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. media giornaliera di CO)
	Anno Civile			MEDIA		
	2021	2022	2023			
CO µg/m <sup>3</sup>	14,46	13,52	15,81	<b>14,60</b>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	4.000 µg/m <sup>3</sup>

I valori in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono risultati ulteriormente inferiori e in tal senso trascurabili se rapportati ai valori limite e di riferimento applicabili.

Le mappe delle ricadute medie su 8 ore consecutive sono riportate in Figura 9 dell'Appendice B.

*Tabella 5.34: Scenario S2 – Massime ricadute su 8 consecutive di CO in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Massima media su 8 ore consecutive di CO µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (Massima media su 8 ore consecutive di CO)	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. media giornaliera di CO)
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	11,90	9,36	12,81	<b>11,36</b>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	4.000 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	10,99	8,84	13,27	<b>11,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	7,53	7,17	10,19	<b>8,30</b>		
4	POLIAMBULA TORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	12,58	6,59	5,66	<b>8,27</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 114 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Massima media su 8 ore consecutive di CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana (Massima media su 8 ore consecutive di CO)	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (99° perc. media giornaliera di CO)
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	10,60	8,97	8,84	<b>9,47</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	11,40	9,60	14,08	<b>11,69</b>		
7	ISTITUTO COMPRESI VO N. 1	Struttura Scolastica	8,87	9,11	8,44	<b>8,80</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	6,42	7,88	6,71	<b>7,01</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	6,83	8,13	6,29	<b>7,09</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	9,47	8,58	8,06	<b>8,70</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	7,10	7,98	10,13	<b>8,40</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	10,60	9,39	14,04	<b>11,34</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	7,25	7,50	10,41	<b>8,39</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	10,77	9,04	13,59	<b>11,13</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	7,94	7,62	10,70	<b>8,75</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	8,77	6,11	7,55	<b>7,48</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	3,71	5,64	4,36	<b>4,57</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	7,84	8,21	7,18	<b>7,74</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	11,80	6,53	6,19	<b>8,17</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 115 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 5.4 Scenario S3

### 5.4.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

Le ricadute al suolo di NO<sub>x</sub> associate al funzionamento della FSRU nello scenario S3 sono state valutate in termini di:

- Medie annue (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>; Valore Guida OMS 2021: 10 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,34 µg/m<sup>3</sup> (rispettivamente circa 118 e 29 volte inferiore a suddetti valori limite e guida);
- 99,8° percentile delle ricadute orarie (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 12 µg/m<sup>3</sup> (quasi 17 volte inferiore al suddetto valore limite);
- 99° percentile delle ricadute medie giornaliere (Valore Guida OMS 2021: 25 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 3 µg/m<sup>3</sup> (più di 8 volte inferiore al suddetto valore guida);

I risultati sono illustrati nelle seguenti Tabelle e nelle Figure 1, 2 e 3 riportate nell'Appendice C allegata.

*Tabella 5.35: Scenario S3 – Massime ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	Concentrazioni medie orarie di NO <sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> - Media Annua)	Valore Guida OMS 2021 (NO <sub>2</sub> - Media Annua)
	Anno Civile			MEDIA		
	2021	2022	2023			
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	0,35	0,30	0,37	<b>0,34</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

*Tabella 5.36: Scenario S3 – 99,8° percentile delle ricadute orarie di NO<sub>x</sub>*

INQUINANTE	99,8° percentile delle medie orarie di NO <sub>x</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> - 99,8° percentile delle medie orarie)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	11,90	12,53	12,27	<b>12,23</b>	99.8%p 200 µg/m <sup>3</sup>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 116 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.37: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx*

INQUINANTE	99° percentile delle medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m3			MEDIA	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (NO2 – 99° percentile delle medie orarie)
	Anno Civile				
	2021	2022	2023		
99 percentile NO2 µg/m3	3,08	2,95	3,22	<b>3,08</b>	99.0%p 25 µg/m3

Dal confronto dei risultati di ricadute media NOx ottenuti nello scenario S3 (contributo emissivo imputabile all'esercizio alla massima capacità produttiva dell'FSRU), che differisce dagli scenari S1 e S2 per l'assenza delle metaniere e dei rimorchiatori, si osserva come l'FSRU:

- contribuisce a circa il 74% delle emissioni di NOx su base annuale nel punto di massima ricaduta (confronto con lo scenario S1, si veda la Tabella 5.1);
- contribuisce per circa il 13% delle emissioni di NOx su base oraria (99,8° percentile), nel punto di massima ricaduta al suolo in corrispondenza della banchina di attracco dei traghetti ubicata a Sud Est dal terminale FSRU (confronto con lo scenario S2, si veda la Tabella 5.19);
- contribuisce per circa il 26% delle emissioni di NOx su base giornaliera (99° percentile), nel punto di massima ricaduta al suolo in corrispondenza della banchina di attracco dei traghetti ubicata a Sud Est dal terminale FSRU (confronto con lo scenario S2, si veda la Tabella 5.20).

È possibile dunque affermare come le massime ricadute a livello giornaliero siano attribuibili solo in quota minoritaria all'esercizio della FSRU e ancor meno le massime ricadute orarie, che appaiono principalmente influenzate dalle emissioni generate dalle metaniere e dai rimorchiatori nei giorni di presenza in porto (in tal senso, si veda la trattazione del successivo Scenario S4).

Come si evince dalla successiva Tabella, le ricadute stimate in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria risultano ulteriormente inferiori. Come anticipato, si osserva che i valori orari stimati presso ricettori discreti e centraline, ottenuti con le suddette ipotesi ampiamente conservative, risultano sempre ampiamente inferiori ai rispettivi valori limite e guida.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES  STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA  (ESERCIZIO)</b>	Fg. 117 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.38: Scenario S3 – Ricadute medie annue di NOx in corrispondenza dei recettori discreti, delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria e dei siti della Rete Natura 2000*

ID	NOME	TIPO	Ricadute medie annue di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				NO2 - Valore limite protezione e salute umana	NO2 - Livello guida OMS	NOx - Livello critico per la vegetaz.	
			Anno Civile			MEDIA				Media Annua
			2021	2022	2023					
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,20	0,19	0,22	<b>0,20</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	-	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,19	0,18	0,21	<b>0,19</b>				
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,14	0,13	0,16	<b>0,14</b>				
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,15	0,12	0,13	<b>0,13</b>				
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,22	0,21	0,23	<b>0,22</b>				
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,21	0,19	0,23	<b>0,21</b>				
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,19	0,19	0,21	<b>0,20</b>				
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,19	0,18	0,20	<b>0,19</b>				
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,19	0,18	0,20	<b>0,19</b>				
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,19	0,19	0,21	<b>0,20</b>				
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,15	0,14	0,17	<b>0,15</b>				
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,21	0,20	0,23	<b>0,21</b>				
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,21	0,19	0,22	<b>0,20</b>				
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,20	0,19	0,22	<b>0,20</b>				
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,15	0,14	0,17	<b>0,15</b>				
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,14	0,14	0,16	<b>0,15</b>				

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 118 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Ricadute medie annue di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m3				NO2 - Valore limite protezione e salute umana	NO2 - Livello guida OMS	NOx - Livello critico per la vegetaz.	
			Anno Civile			MEDIA				Media Annua
			2021	2022	2023					
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,09	0,09	0,11	<b>0,10</b>				
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,16	0,16	0,17	<b>0,16</b>				
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,25	0,20	0,21	<b>0,22</b>				
ITB013012	SAGNO DI PILO CASACCIO E SALINE DI	SIC/ZSC	0,06	0,05	0,04	<b>0,05</b>	-	-		
ITB010003	STAGNO E GINEPRO DI PLATAMONA	SIC/ZSC	0,15	0,15	0,15	<b>0,15</b>	-	-		

*Tabella 5.39: Scenario S3 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria*

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile ricadute medie orarie di NOx µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (NO2 – 99,8° perc. delle medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	8,22	7,78	8,27	<b>8,09</b>	200 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	7,95	7,63	8,70	<b>8,09</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	6,95	6,08	7,90	<b>6,97</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	6,36	6,22	5,66	<b>6,08</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	8,28	8,02	8,50	<b>8,27</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	8,09	7,79	8,76	<b>8,22</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	7,71	7,80	7,73	<b>7,75</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	7,99	7,67	7,90	<b>7,85</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	7,82	7,69	7,63	<b>7,71</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	7,52	8,01	7,57	<b>7,70</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 119 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile ricadute medie orarie di NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana  (NO <sub>2</sub> – 99,8° perc. delle medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	6,81	6,02	7,70	<b>6,85</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	7,93	7,82	8,44	<b>8,07</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	7,76	7,55	7,81	<b>7,71</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	8,00	7,66	8,81	<b>8,16</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	7,12	6,24	8,13	<b>7,16</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	7,32	6,83	7,68	<b>7,28</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	4,00	4,07	4,34	<b>4,14</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	6,57	7,21	6,74	<b>6,84</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	8,21	7,94	8,25	<b>8,13</b>	

Tabella 5.40: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NO<sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (NO <sub>2</sub> - 99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	2,71	1,63	1,98	<b>2,11</b>	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	2,71	1,57	2,06	<b>2,12</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	2,16	1,19	1,97	<b>1,77</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,44	0,98	1,19	<b>1,20</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	2,49	1,88	1,88	<b>2,08</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	2,96	1,72	2,13	<b>2,27</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	1,76	1,62	1,81	<b>1,73</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	1,65	1,63	1,74	<b>1,67</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	1,73	1,65	1,73	<b>1,70</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 120 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di NOx µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (NO2 - 99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	1,76	1,69	1,66	<b>1,71</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	2,21	1,25	2,07	<b>1,84</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	2,95	1,70	2,34	<b>2,33</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	2,18	1,74	2,32	<b>2,08</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	2,84	1,63	2,03	<b>2,17</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	2,21	1,20	2,02	<b>1,81</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	2,17	1,37	1,28	<b>1,60</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,91	0,74	0,82	<b>0,83</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	1,39	1,40	1,34	<b>1,38</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	2,29	1,85	1,93	<b>2,03</b>	

#### 5.4.2 Particolato atmosferico PM<sub>10</sub>

Le ricadute al suolo di PM<sub>10</sub> associate al funzionamento della FSRU nello scenario S3 sono state valutate in termini di:

- Medie annue (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup>; Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,05 µg/m<sup>3</sup> (rispettivamente circa 800 e 300 volte inferiori ai suddetti valori limite e guida);
- 90,4° percentile delle medie giornaliere (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 50 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,22 µg/m<sup>3</sup> (circa 230 volte inferiore al valore limite);
- 99° percentile delle medie giornaliere (Valore Guida OMS 2021: 45 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,52 µg/m<sup>3</sup> (circa 90 volte inferiore rispetto al suddetto valore guida);

I risultati sono illustrati nelle mappe di ricaduta (si veda Allegato C Figure da 4 a 6) e nella seguente tabella, che riporta i valori di massima ricaduta al suolo di PM<sub>10</sub> con riferimento alla media annuale, nonché al 90,4° e al 99° percentile delle medie giornaliere.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 121 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.41: Scenario S3 – Ricadute medie annue per il PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	Ricadute medie annuali di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana	Valore Guida OMS 2021
	Anno Civile			MEDIA		
	2021	2022	2023			
<b>PM10 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	0,05	0,05	0,06	<b>0,05</b>	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

*Tabella 5.42: Scenario S3 – 90,4° e 99° percentile delle ricadute medie giornaliere per il PM10*

INQUINANTE	PERC.	90,4° e 99° percentile delle medie giornaliere di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
		Anno Civile			MEDIA		
		2021	2022	2023			
<b>PM10 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	90,4°	0,23	0,20	0,24	<b>0,22</b>	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	99°	0,52	0,50	0,54	<b>0,52</b>	-	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Si può osservare come:

- relativamente alla media annua, il contributo della sola FSRU nel punto di massima ricaduta al suolo sia pari a circa il 71% dell'analogo valore nello scenario S1 che considera anche la presenza di metaniere e rimorchiatori;
- relativamente alle ricadute giornaliere, rispetto a quanto osservato nello scenario S2, L'FSRU contribuisce per circa il 71% delle emissioni di PM10 con riferimento al 90,4° percentile e per il 54% delle emissioni di PM10 con riferimento al 99° percentile, nel punto di massima ricaduta al suolo.

Si riportano, di seguito, per completezza anche le ricadute medie annue, le ricadute medie giornaliere stimate al 90,4 percentile e al 99 percentile presso i recettori discreti e presso le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 122 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.43: Scenario S3 – Media annua delle ricadute di PM<sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria*

ID	NOME	TIPO	Ricadute medie annue di PM10 µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media Annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,03	<b>0,02</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,04	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,03	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,04</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,04	<b>0,03</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,03	<b>0,03</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,03	<b>0,02</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,02	0,01	0,02	<b>0,02</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 123 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Ricadute medie annue di PM10 µg/m3				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media Annua	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,04	0,03	0,03	<b>0,04</b>		

Tabella 5.44: Scenario S3 –90,4° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM<sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria

ID	NOME	TIPO	90,4° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (90,4° percentile medie giorn.)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,10	0,12	0,12	<b>0,11</b>	50 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,10	0,11	0,11	<b>0,11</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,07	0,07	0,08	<b>0,07</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,07	0,07	0,07	<b>0,07</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,11	0,12	0,14	<b>0,13</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,11	0,12	0,12	<b>0,12</b>	
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,10	0,12	0,12	<b>0,11</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,12	0,10	0,13	<b>0,12</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,12	0,10	0,13	<b>0,12</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,10	0,12	0,12	<b>0,11</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,08	0,08	0,08	<b>0,08</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,12	0,12	0,12	<b>0,12</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,11	0,11	0,12	<b>0,11</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,11	0,11	0,12	<b>0,11</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,07	0,08	0,08	<b>0,08</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,07	0,07	0,09	<b>0,08</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,05	0,05	0,06	<b>0,06</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 124 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	90,4° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (90,4° percentile medie giorn.)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,09	0,09	0,10	<b>0,09</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,14	0,11	0,12	<b>0,13</b>	

*Tabella 5.45: Scenario S3 –99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM<sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria*

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,46	0,27	0,33	<b>0,35</b>	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,46	0,26	0,35	<b>0,36</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,36	0,20	0,33	<b>0,30</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,24	0,16	0,20	<b>0,20</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,42	0,32	0,32	<b>0,35</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,50	0,29	0,36	<b>0,38</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,29	0,27	0,31	<b>0,29</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,27	0,27	0,28	<b>0,27</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,29	0,28	0,29	<b>0,28</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,30	0,28	0,28	<b>0,29</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,36	0,21	0,34	<b>0,30</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,49	0,28	0,39	<b>0,39</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,37	0,29	0,38	<b>0,35</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,48	0,27	0,34	<b>0,36</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,37	0,20	0,34	<b>0,30</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,36	0,23	0,21	<b>0,27</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,15	0,13	0,14	<b>0,14</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 125 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile medie giornaliere di PM10 µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,23	0,24	0,23	<b>0,23</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,38	0,31	0,32	<b>0,34</b>	

#### 5.4.3 Particolato atmosferico PM<sub>2,5</sub>

Le ricadute al suolo di PM<sub>2,5</sub> associate al funzionamento della FSRU nello scenario S3 sono state valutate in termini di:

- Medie annue (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 25 µg/m<sup>3</sup>; valore guida OMS 2021: 5 µg/m<sup>3</sup>; con valore nel punto di massima ricaduta nel dominio di calcolo pari a circa 0,05 µg/m<sup>3</sup> (valori di diversi ordini di grandezza inferiori a suddetti valori limite e valore guida);
- 99° percentile delle medie giornaliere (Valore Guida OMS 2021: 15 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 0,43 µg/m<sup>3</sup> (circa 35 volte inferiore rispetto al suddetto valore guida);

I risultati sono illustrati nelle mappe di ricaduta riportate nell'Appendice C (Figure 7 e 8) e nelle seguenti tabelle che riportano i valori ottenuti nel punto di massima ricaduta al suolo.

*Tabella 5.46: Scenario S3 – Ricadute medie annue di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	Concentrazioni Medie Annuali di PM2,5 nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m3				Valore limite protezione salute umana	Valore Guida OMS 2021
	Anno Civile			MEDIA		
	2021	2022	2023			
PM2.5 µg/m3	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>	25 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>

*Tabella 5.47: Scenario S3 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2.5 nel punto di massima ricaduta al suolo*

INQUINANTE	99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM2,5 nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (Media Annua)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
PM2.5 µg/m3	0,43	0,42	0,45	<b>0,43</b>	15 µg/m <sup>3</sup>

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 126 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Analogamente al PM<sub>10</sub>, anche per il PM<sub>2,5</sub> si può osservare come:

- relativamente alla media annua, il contributo nel punto di massima ricaduta al suolo sia pari a circa l'80% di quello dello scenario S1 che considera anche la presenza di metaniere e rimorchiatori. Da questo si deduce che, su base annua, il contributo della FSRU, sia quello che influisce maggiormente in termini di ricadute al suolo, per quanto decisamente contenuto nei valori assoluti;
- relativamente alle ricadute giornaliere, rispetto a quanto osservato nello scenario S2, che valuta le ricadute giornaliere considerando anche la presenza degli altri mezzi navali sopra citati, le ricadute medie giornaliere associate al solo esercizio dell'FSRU rappresentano circa il 50% delle ricadute giornaliere totali di PM<sub>2,5</sub> riferite al 99° percentile. Anche in questo caso, i valori di ricaduta al suolo sono praticamente trascurabili o comunque di lieve entità rispetto al valore guida OMS per il PM<sub>2,5</sub>.

Per completezza si riportano, di seguito, le ricadute medie annue e le ricadute medie giornaliere riferite al 99° percentile di PM<sub>2,5</sub> associate al solo esercizio dell'FSRU presso i recettori sensibili.

*Tabella 5.48: Scenario S3 – Ricadute medie annue di PM<sub>2,5</sub> in corrispondenza dei recettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria*

ID	NOME	TIPO	Concentrazioni medie annuali di PM <sub>2,5</sub> µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media Annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>	25 µg/m <sup>3</sup>  5 µg/m <sup>3</sup>	
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 127 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Concentrazioni medie annuali di PM <sub>2,5</sub> µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>	Media Annuale	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,01	0,01	0,02	<b>0,01</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,03	0,03	0,03	<b>0,03</b>		

Tabella 5.49: Scenario S3 –99° percentile delle ricadute medie giornaliere di PM<sub>2,5</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria

ID	NOME	TIPO	99° percentile di PM <sub>2,5</sub> (medie giornaliere) µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,38	0,23	0,28	<b>0,30</b>	15 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,38	0,22	0,29	<b>0,30</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,31	0,17	0,27	<b>0,25</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,20	0,14	0,17	<b>0,17</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,35	0,27	0,26	<b>0,29</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,42	0,24	0,30	<b>0,32</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 128 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile di PM <sub>2,5</sub> (medie giornaliere) µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,24	0,23	0,26	<b>0,24</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,23	0,23	0,23	<b>0,23</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,24	0,23	0,24	<b>0,24</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,25	0,24	0,24	<b>0,24</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,30	0,17	0,29	<b>0,26</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,41	0,24	0,33	<b>0,32</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,31	0,24	0,32	<b>0,29</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,40	0,23	0,29	<b>0,31</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,31	0,17	0,28	<b>0,25</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,30	0,19	0,18	<b>0,22</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,13	0,10	0,11	<b>0,12</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,20	0,20	0,19	<b>0,19</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,32	0,26	0,27	<b>0,28</b>	

#### 5.4.4 Formaldeide

Come riportato nella premessa del presente Capitolo 5, in relazione all'esercizio della FSRU è stato eseguito un approfondimento relativo alle emissioni di formaldeide che, con approccio conservativo ai soli fini modellistici, sono state definite come indicato nel precedente Paragrafo 2.2.1.

Come discusso nel precedente paragrafo 3.3.1, in mancanza di un valore limite di qualità dell'aria derivante dalla normativa nazionale, le ricadute al suolo stimate dal modello sono state messe a confronto con il valore guida suggerito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nel documento "Air quality guidelines for Europe, 2nd edition" (World Health Organization, 2000), pari a 100 µg/m<sup>3</sup> (0,1 mg/m<sup>3</sup>) come media su 30 minuti.

Nello specifico, dal momento che CALPUFF considera un passo di modellazione orario, le massime concentrazioni riferite a una media di 30 minuti sono state stimate a partire dai massimi valori di ricaduta orari applicando un fattore correttivo incrementale. Nello specifico, è stato considerato un fattore correttivo pari a 1,15 per le medie orarie, ottenute utilizzando la seguente formula (Turner, 1970) suggerita dallo stesso manuale di Calpuff:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 129 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

$$f(t, t_0) = (t_0/t)^{0.2}$$

dove:

- $t$  è il periodo di mediazione di interesse (30 minuti);
- $t_0$  è il periodo di mediazione utilizzato dal modello per ottenere le concentrazioni medie (60 minuti).

Le massime ricadute di formaldeide sono risultate sempre ampiamente sotto il valore guida OMS di  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; anche nel punto di massima ricaduta al suolo si ottiene infatti un valore pari a circa  $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato come media sui tre anni di simulazioni.

Come si evince dalle mappe di ricaduta riportate in Figura 10 dell'Appendice C, il punto di massima ricaduta al suolo di formaldeide risulta ubicato in corrispondenza della costa nell'area industriale, lontano quindi dall'abitato di Porto Torres.

*Tabella 5.50: Scenario S2 – Massime ricadute al suolo di formaldeide riferite a una media di 30 minuti*

Inquinante	Formaldeide - massima media su 30 minuti nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore guida "Air quality guidelines for Europe, 2nd edition" (World Health Organization, 2000) (Massima media su 30 minuti)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
Formaldeide $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,0	2,6	2,3	<b>2,3</b>	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Di seguito si discutono i risultati ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline, che mostrano come in corrispondenza di tali elementi le ricadute attese siano ulteriormente inferiori e contenute rispetto al valore guida OMS.

*Tabella 5.51: Scenario S2 – Massime ricadute di formaldeide in corrispondenza degli elementi sensibili e delle centraline di monitoraggio espresse come media di 30 minuti*

ID	NOME	TIPO	Formaldeide - Massima ricaduta media di 30 minuti $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore OMS "Air quality guidelines for Europe, 2nd edition" (Max media 30')
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	1,70	1,63	1,74	<b>1,69</b>	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	1,72	1,77	1,81	<b>1,77</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	1,54	1,47	1,57	<b>1,52</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 130 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Formaldeide - Massima ricaduta media di 30 minuti µg/m3				Valore OMS "Air quality guidelines for Europe, 2nd edition (Max media 30')"
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,77	1,76	1,69	<b>1,74</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	1,71	1,65	1,63	<b>1,663</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	1,73	1,84	1,86	<b>1,81</b>	
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	1,74	1,82	1,73	<b>1,76</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	1,64	1,75	1,52	<b>1,64</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	1,67	1,77	1,55	<b>1,66</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	1,71	1,66	1,64	<b>1,67</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	1,62	1,43	1,56	<b>1,54</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	1,61	1,79	1,85	<b>1,75</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	1,63	1,90	1,81	<b>1,78</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	1,68	1,78	1,80	<b>1,75</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	1,49	1,53	1,62	<b>1,55</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	1,72	1,76	1,58	<b>1,69</b>	
CENSS 3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,33	1,50	1,61	<b>1,48</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	1,71	1,58	1,52	<b>1,60</b>	
CENSS 4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	1,99	1,70	1,70	<b>1,80</b>	

Si segnala che, per completezza, sono state stimate anche le ricadute medie annue, per le quali non trova applicazione alcun valore normativo, ma le cui ricadute sono state prese comunque in considerazione ai fini delle relative valutazioni di impatto sanitario in ambito VIS (Doc. No. 001-ZA-E-85018).

Le mappe di ricaduta relative alla media annua sono rintracciabili nella Figura 9 dell'appendice C. Data la mancanza di un valore normativo di riferimento applicabile, si tralascia invece di riportarne di seguito la trattazione numerica.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 131 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

#### 5.4.5 Monossido di carbonio (CO)

Per quanto riguarda il monossido di carbonio (CO) il limite di legge applicabile ai sensi del D.Lgs. 155/2010 alla massima media giornaliera calcolata su 8 ore consecutive è di 10 mg/m<sup>3</sup> (10.000 µg/m<sup>3</sup>), mentre l'OMS suggerisce un valore di 4 mg/m<sup>3</sup> (4.000 µg/m<sup>3</sup>) riferito al 99° percentile delle medie giornaliere.

Le massime ricadute al suolo calcolate come media su 8 ore per il CO nella simulazione relativa allo scenario S3, ovvero con riferimento al solo esercizio dell'FSRU, risultano più di 1400 volte inferiori al valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup> (10.000 µg/m<sup>3</sup>) ai sensi della normativa vigente e circa 600 volte inferiori al valore guida pari a 4 mg/m<sup>3</sup> (4.000 µg/m<sup>3</sup>) suggerito dalle Linee Guida OMS del 2021, con una concentrazione pari a circa 7 µg/m<sup>3</sup> nel punto di massima ricaduta al suolo come media dei 3 anni di simulazioni.

Pertanto, le ricadute stimate dal modello per il CO nello scenario S3 sono risultate ovunque praticamente trascurabili, in quanto sempre diversi ordini di grandezza inferiori ai suddetti valori limite e guida, come mostrano le relative mappe di ricaduta in Appendice C (Figura 11).

*Tabella 5.52: Scenario S3 - Ricadute medie annue di CO nel domino di simulazione*

INQUINANTE	Massima media su 8 ore consecutive di CO nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana Max 8h	Livelli guida (AQQ) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS 99° perc. medie giornaliere
	2021	2022	2023	MEDIA		
Max 8 ore CO µg/m <sup>3</sup>	6,67	6,83	7,56	<b>7,02</b>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	4.000 µg/m <sup>3</sup> -

Anche in questo, caso si evidenzia come i risultati ottenuti con riferimento alla massima media su 8 ore consecutive siano stati conservativamente messi a confronto anche con il valore guida OMS applicabile però al 99° percentile delle medie giornaliere.

Per completezza, si riportano di seguito i valori in corrispondenza dei ricettori sensibili e delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria.

*Tabella 5.53: Scenario S3 Massima media su 8 ore in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria*

ID	NOME	TIPO	Max media su 8 ore consecutive di CO µg/m <sup>3</sup>				Valore obiettivo protezione della salute umana (Massima media su 8 ore)	Livelli guida (AQQ) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	5,21	4,69	4,60	<b>4,84</b>	10.000 µg/m <sup>3</sup>	4.000 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA	Casa di Cura	5,44	4,86	5,66	<b>5,32</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 132 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Max media su 8 ore consecutive di CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore obiettivo protezione della salute umana (Massima media su 8 ore)	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023			
	SOCIALE ONLUS							
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	4,60	4,22	6,12	<b>4,98</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	3,20	5,20	2,59	<b>3,66</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	4,00	3,68	4,24	<b>3,97</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	5,17	4,90	5,58	<b>5,22</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	3,67	2,78	4,27	<b>3,57</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	4,10	3,39	3,73	<b>3,74</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	4,15	3,34	3,66	<b>3,72</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	3,71	2,92	3,96	<b>3,53</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	4,08	4,09	5,92	<b>4,70</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	4,73	4,82	5,76	<b>5,10</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	4,48	3,09	4,65	<b>4,07</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	5,18	4,86	5,80	<b>5,28</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	4,71	4,36	6,12	<b>5,06</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	4,79	3,68	3,59	<b>4,02</b>		
CENS S3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,65	2,41	2,88	<b>2,32</b>		
CENP T1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	3,53	3,16	3,58	<b>3,42</b>		
CENS S4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	4,64	4,69	3,81	<b>4,38</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 133 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

## 5.5 Scenario S4

### 5.5.1 Ossidi di azoto (NOx)

Le ricadute al suolo di NOx nello scenario S4 sono associate al funzionamento della FSRU e alla concomitante presenza delle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> e da 7.500 m<sup>3</sup> in assenza di rimorchiatori, al fine di identificare il contributo delle metaniere alle ricadute (per differenza rispetto allo scenario S3) e, conseguentemente, anche il contributo dei rimorchiatori (per differenza rispetto agli scenari S1 e S2).

Esse sono state valutate in termini di:

- ricadute medie annue (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 40 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>2</sub>; valore limite per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>x</sub>);
- ricadute medie orarie riferite al 99,8° percentile delle medie orarie, sia per il confronto con il valore limite protezione salute umana ex D.Lgs. 155/2010 pari a 200 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>2</sub> da non superare per più di 18 volte in un anno;
- ricadute medie giornaliere riferite al 99° percentile delle medie giornaliere, per il confronto con il valore guida raccomandato dall'OMS 2021 pari a 25 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>2</sub> e da non superare per più di 3-4 volte in un anno.

Con riferimento alle concentrazioni medie annue, le relative mappe di ricaduta sono illustrate in Figura 1 dell'Appendice D.

Come si può osservare nella Tabella seguente è evidente che i valori medi annui stimati nello scenario S4 sono sempre abbondantemente entro i limiti applicabili, con le ricadute massime sulla terraferma pari a circa 0,39 µg/m<sup>3</sup> (valore calcolato come media dei tre anni di simulazioni).

*Tabella 5.54: Scenario S4 Ricadute medie annue di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo*

Inquinante	Media annua di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				NO <sub>2</sub> - Valore limite protezione salute umana	NO <sub>2</sub> - Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS	NO <sub>x</sub> - Livello critico per la vegetazione
	Anno Civile			MEDIA			
	2021	2022	2023		Media Annua		
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	0,42	0,35	0,40	<b>0,39</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>

Con riferimento allo scenario S3 che considera il solo contributo della FSRU, pari a 0,34 µg/m<sup>3</sup> nel punto di massima ricaduta al suolo, si conferma la marginalità del contributo delle metaniere sulle ricadute medie annue (incremento di 0,05 µg/m<sup>3</sup>) e anche dei rimorchiatori (rimanenti 0,07 µg/m<sup>3</sup>).

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA          (ESERCIZIO)</b>	Fg. 134 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Si conferma quindi che il principale contributo alle ricadute di NO<sub>x</sub> su base annua sia attribuibile all'esercizio della FSRU.

*Tabella 5.55: Scenario S4 - Ricadute medie annue di NO<sub>x</sub> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Ricadute medie annue di NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>				NO <sub>2</sub> - Valore limite protezione salute umana	NO <sub>2</sub> - Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS
			Anno Civile			MEDIA		
			2021	2022	2023		Media Annua	
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	0,22	0,21	0,25	<b>0,23</b>	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	0,21	0,20	0,24	<b>0,22</b>		
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	0,15	0,14	0,18	<b>0,16</b>		
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	0,16	0,13	0,14	<b>0,15</b>		
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	0,24	0,24	0,26	<b>0,24</b>		
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	0,22	0,22	0,26	<b>0,23</b>		
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	0,21	0,21	0,23	<b>0,22</b>		
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	0,21	0,21	0,22	<b>0,21</b>		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	0,21	0,21	0,22	<b>0,21</b>		
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	0,21	0,21	0,23	<b>0,22</b>		
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	0,16	0,16	0,19	<b>0,17</b>		
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	0,23	0,22	0,26	<b>0,23</b>		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	0,23	0,21	0,24	<b>0,23</b>		
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	0,21	0,21	0,25	<b>0,22</b>		
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	0,16	0,15	0,19	<b>0,17</b>		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	0,16	0,16	0,18	<b>0,16</b>		
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	0,10	0,10	0,11	<b>0,10</b>		
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	0,17	0,18	0,19	<b>0,18</b>		
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	0,27	0,22	0,23	<b>0,24</b>		

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 135 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

Sono stati inoltre stimati:

- il 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx (Valore Limite ex D.Lgs. 155/2010: 200 µg/m<sup>3</sup> riferito a NO<sub>2</sub>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 15,4 µg/m<sup>3</sup> (circa 13 volte inferiore al suddetto valore limite);
- 99° percentile delle ricadute medie giornaliere (Valore Guida OMS 2021: 25 µg/m<sup>3</sup>), con valore nel punto di massima ricaduta al suolo pari a circa 4,3 µg/m<sup>3</sup> (circa 6 volte inferiore al suddetto valore guida).

Tabella 5.56: Scenario S4 – 99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx

INQUINANTE	99,8° percentile delle medie orarie di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> – 99,8° perc. medie orarie)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	15,46	16,37	14,29	<b>15,37</b>	200 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 5.57: Scenario S4 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx

INQUINANTE	99° percentile delle medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo µg/m <sup>3</sup>				Livelli guida (AQG) raccomandati alle Linee Guida 2021 dell'OMS (NO <sub>2</sub> - 99° percentile delle medie giornaliere)
	Anno Civile			MEDIA	
	2021	2022	2023		
NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	4,34	3,98	4,44	<b>4,25</b>	25 µg/m <sup>3</sup>

Le mappe delle massime ricadute orarie e medie giornaliere sono riportate nelle Figure 2 e 3 dell'Appendice D.

Dal confronto dei risultati di ricaduta media giornaliera ed oraria di NOx ottenuti nello scenario S4 (contributo emissivo dell'FSRU più le emissioni generate dalle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> e da 7.500 m<sup>3</sup> per 46 allibi/anno), si osserva come rispetto al totale (si veda il precedente scenario S2) il contributo delle metaniere sia pari a:

- circa il 16% del totale in termini di massime ricadute orarie al suolo (99,8° percentile);
- circa il 35% del totale in termini di massime ricadute medie giornaliere al suolo (99° percentile).

Per differenza con lo scenario S3, il contributo dei rimorchiatori risulta conseguentemente pari a:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 136 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

- circa il 71% del totale in termini di massime ricadute orarie al suolo (99,8° percentile), considerando un contributo della FSRU pari a circa il 13%;
- circa il 39% del totale in termini di massime ricadute medie giornaliere al suolo (99° percentile), considerando un contributo della FSRU pari a circa il 26%.

Si può quindi concludere come:

- i rimorchiatori siano il principale contributore in termini di picchi di ricaduta orari di NOx, che si ricorda in ogni caso sono stati stimati secondo l'approccio conservativo già descritto con riferimento ai precedenti scenari;
- il contributo di metaniere e rimorchiatori alle massime ricadute medie giornaliere di NOx sia sostanzialmente equiparabile a quello della FSRU.

I valori ottenuti in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria sono riassunti nella tabella seguente.

*Tabella 5.58: Scenario S4- 99.8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana (NO <sub>2</sub> – 99,8° perc. medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	11,16	10,53	10,94	<b>10,88</b>	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	10,42	9,87	11,12	<b>10,47</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	9,00	7,93	9,97	<b>8,96</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	8,06	8,20	6,93	<b>7,73</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	11,02	11,01	11,44	<b>11,15</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	10,77	10,28	11,53	<b>10,86</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	9,95	10,38	9,96	<b>10,09</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	10,00	10,36	10,74	<b>10,37</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	9,76	10,47	10,55	<b>10,26</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	10,13	10,28	10,19	<b>10,20</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	8,80	7,88	10,03	<b>8,90</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	10,30	10,10	11,20	<b>10,53</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 137 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99,8° percentile delle ricadute medie orarie di NOx µg/m3				Valore limite protezione salute umana (NO2 – 99,8° perc. medie orarie)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	10,18	10,30	10,27	<b>10,25</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	10,53	10,07	11,39	<b>10,66</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	9,00	8,24	10,06	<b>9,10</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLIENI	Struttura Scolastica	9,92	8,73	9,77	<b>9,47</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	5,21	5,41	5,71	<b>5,44</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	8,67	9,61	9,00	<b>9,09</b>	
CENSS4	PORTO TORRES - LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	11,11	10,55	11,27	<b>10,98</b>	

Tabella 5.59: - 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOX in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline

ID	NOME	TIPO	99° percentile delle medie giornaliere di NOx µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (NO2 – 99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	3,74	2,13	2,75	<b>2,87</b>	25 µg/m3
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	3,73	2,06	2,80	<b>2,86</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	2,94	1,53	2,56	<b>2,34</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	1,84	1,33	1,67	<b>1,62</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	3,45	2,61	2,47	<b>2,85</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	4,08	2,26	2,88	<b>3,07</b>	
7	ISTITUTO COMPRENSIVO N. 1	Struttura Scolastica	2,51	2,22	2,34	<b>2,36</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	2,18	2,20	2,32	<b>2,23</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 138 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	99° percentile delle medie giornaliere di NOx µg/m3				Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS (NO2 – 99° perc. medie giornaliere)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	2,22	2,23	2,32	<b>2,25</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	2,30	2,32	2,18	<b>2,26</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	2,90	1,67	2,72	<b>2,43</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	3,97	2,29	3,16	<b>3,14</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	2,94	2,35	3,04	<b>2,78</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	3,90	2,19	2,77	<b>2,95</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	3,01	1,58	2,64	<b>2,41</b>	
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	3,05	1,86	1,68	<b>2,20</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	1,24	0,97	1,06	<b>1,09</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	1,83	1,88	1,69	<b>1,80</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	3,07	2,45	2,49	<b>2,67</b>	

### 5.5.2 Monossido di carbonio (CO)

Le ricadute di CO sono state valutate in termini massima media giornaliera calcolata su 8 ore consecutive al fine di valutare il contributo derivante all'esercizio della FSRU e della concomitante presenza delle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> e da 7.500 m<sup>3</sup> in assenza di rimorchiatori.

Dal confronto dei risultati delle simulazioni tra lo scenario S4 e lo scenario S2 (che considera anche il contributo dei rimorchiatori), se ne desume che i rimorchiatori contribuiscono per circa il 43% delle massime ricadute di CO, calcolate come media di 8 ore nel punto di massima ricaduta al suolo (S4: 8,38 µg/m<sup>3</sup>; S2: 14,60 µg/m<sup>3</sup> come media del triennio 2021-2023). Considerando inoltre i risultati dello scenario S3, con un contributo della FSRU pari 7,02 µg/m<sup>3</sup> nel punto di massima ricaduta al suolo come media del triennio 2021-2023, se ne conclude inoltre che il contributo delle metaniere alle ricadute di CO sia minoritario (1,36 µg/m<sup>3</sup>) e pari a circa il 9% del totale.

Le mappe di ricaduta sono riportate nella Figura 4 dell'Appendice D.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 139 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.60: Scenario S4 – Massime ricadute di CO calcolate come media su 8 ore*

INQUINANTE	Massima media su 8 ore consecutive di CO nel punto di massima ricaduta al suolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana  (CO - Massima media su 8 ore consecutive)	Livelli guida (AQG) raccomandati dalle Linee Guida 2021 dell'OMS  (CO - 99° perc. medie giornaliere)
	Anno Civile			MEDIA		
	2021	2022	2023			
<b>CO max 8 ore <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	7,87	8,27	8,99	<b>8,38</b>	10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Si riportano, di seguito, per completezza anche le ricadute stimate presso i recettori discreti e presso le centraline di monitoraggio della qualità dell'aria.

*Tabella 5.61: Scenario S4 – ricadute su 8 consecutive di CO in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline*

ID	NOME	TIPO	Massima media su 8 ore consecutive di CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Valore limite protezione salute umana  (CO - Massima media su 8 ore consecutive)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
1	COMUNITÀ ALLOGGIO MARTIRI TURRITANI	Casa di Cura	6,69	5,76	5,84	<b>6,09</b>	10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	AIRONE COOPERATIVA SOCIALE ONLUS	Casa di Cura	6,81	5,87	7,05	<b>6,57</b>	
3	UFFICIO DI SANITÀ PUBBLICA	Struttura Sanitaria	5,61	4,95	7,45	<b>6,00</b>	
4	POLIAMBULATORIO DISTRETTO ASL SASSARI	Struttura Sanitaria	4,18	6,04	3,10	<b>4,44</b>	
5	ENTE MORALE ASILO INFANTILE GIANUARIO BICCHEDDU	Struttura Scolastica	5,08	4,73	5,26	<b>5,02</b>	
6	DE AMICIS	Struttura Scolastica	6,53	5,96	7,03	<b>6,51</b>	
7	ISTITUTO COMPRESIVO N. 1	Struttura Scolastica	4,48	3,48	4,98	<b>4,31</b>	
8	ISTITUTO SUPERIORE MARIO PAGLIETTI	Struttura Scolastica	4,87	4,12	4,56	<b>4,52</b>	
9	ASILO NIDO LUNGOMARE	Struttura Scolastica	4,96	4,10	4,46	<b>4,50</b>	
10	SCUOLA ELEMENTARE BORGONA	Struttura Scolastica	4,53	3,68	4,63	<b>4,28</b>	
11	SCUOLA MEDIA BRUNELLESCHI	Struttura Scolastica	4,99	4,82	7,24	<b>5,68</b>	
12	2° CIRCOLO DIDATTICO	Struttura Scolastica	5,96	5,84	7,24	<b>6,35</b>	
13	MONTE ANGELLU	Struttura Scolastica	5,44	3,98	5,86	<b>5,09</b>	
14	I.P.I.A.	Struttura Scolastica	6,51	5,88	7,24	<b>6,54</b>	
15	LICEO SCIENTIFICO EUROPA UNITA	Struttura Scolastica	5,77	5,13	7,48	<b>6,13</b>	

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 140 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

ID	NOME	TIPO	Massima media su 8 ore consecutive di CO µg/m3				Valore limite protezione salute umana  (CO - Massima media su 8 ore consecutive)
			Anno Civile			MEDIA	
			2021	2022	2023		
16	VILLAGGIO SATELLITE BELLINI	Struttura Scolastica	5,82	4,46	4,45	<b>4,91</b>	
CENSS3	PORTO TORRES - BIVIO ROSARIO	Stazione di monitoraggio aria	2,08	2,81	3,27	<b>2,72</b>	
CENPT1	PORTO TORRES - VIA PERTINI	Stazione di monitoraggio aria	4,21	4,13	4,49	<b>4,28</b>	
CENSS4	PORTO TORRES -LOC. PONTE COLOMBO	Stazione di monitoraggio aria	6,02	5,77	4,88	<b>5,56</b>	

## 5.6 Scenario S5

La stima delle emissioni atmosferiche stagionali è stata eseguita al fine di meglio comprendere le variazioni e le dinamiche delle emissioni di inquinanti atmosferici nel corso dell'anno.

Nello scenario S5 è stata valutata la variabilità stagionale delle massime ricadute giornaliere degli NOx, in qualità di inquinante rappresentativo più impattante, al fine di valutare come la variabilità stagionale della componente meteorologica possa influire sui livelli di ricaduta giornalieri attesi in fase di esercizio.

Si ricorda che l'approfondimento è consistito nell'analizzare l'andamento delle massime ricadute giornaliere in accordo allo schema seguente:

- Dal 1° Gennaio al 19 Marzo per la stagione invernale (la tool modellistica consente di estrapolare i valori di ricaduta su archi temporali continuativi e, pertanto, non è stato analizzato il periodo di minor durata che va dal 21 al 31 Dicembre);
- Dal 20 Marzo al 20 Giugno per la stagione primaverile;
- Dal 21 Giugno al 21 Settembre per la stagione estiva;
- Dal 22 Settembre al 20 Dicembre per la stagione autunnale.

Le mappe di ricaduta riferite al 99° percentile delle medie giornaliere stimate per ogni singola stagione per tre anni di simulazioni considerati (2021-2023) sono riportate nelle Figure 1, 2 e 3 dell'Appendice E.

La tabella seguente illustra il 99°percentile della media giornaliera di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo stimata per ogni singola stagione. I valori fanno riferimento per ogni singola stagione al calcolo della media dei risultati ottenuti nei 3 anni di simulazioni (triennio 2021-2023).

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 141 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_02

*Tabella 5.62: Scenario S5 – 99° percentile delle ricadute medie giornaliere di NOx nel punto di massima ricaduta al suolo valutato a livello stagionale*

Stagione	99° percentile NOx delle ricadute medie giornaliere di NOx µg/m3			
	2021	2022	2023	MEDIA TRIENNIO (2021-2023)
Primavera	9,1	12,8	16,4	<b>12,7</b>
Estate	13,6	11,0	16,5	<b>13,7</b>
Autunno	19,4	20,6	12,7	<b>17,5</b>
Inverno	16,3	14,5	20,8	<b>17,2</b>

I valori sopra indicati evidenziano come, analizzando in particolare i risultati sulla media del triennio, le due stagioni caratterizzate dai maggiori livelli di ricaduta siano l'autunno e l'inverno, mentre la stagione primaverile e quella estiva (che sono anche quelle caratterizzate da un maggior afflusso di persone legato alla stagione turistica) appaiono interessate da livelli di ricadute al suolo mediamente inferiori.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 142 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

## 5.7 Sovrapposizione ai livelli di qualità dell'aria preesistenti e confronto con il contributo di altre attività industriali

### 5.7.1 Sovrapposizione delle massime ricadute ai valori di background monitorati dalle centraline

Nelle tabelle seguenti si riporta la sovrapposizione delle ricadute medie annue stimate dal modello nel punto di massima ricaduta al suolo, ottenute con riferimento allo scenario emissivo S1 precedentemente descritto e calcolate come media del triennio 2021-2023, sommate ai valori di background associati alle centraline di qualità dell'aria presenti nell'area in esame. Dato che per il 2023 si dispone solamente di dati parziali e non validati (alla data odierna, non risulta ancora disponibile il report di qualità dell'aria della Regione Sardegna relativo al 2023), la stima dei valori di background è stata effettuata con riferimento alla media delle annualità 2019, 2021 e 2022 (il 2020 non è stato ritenuto rappresentativo a causa della pandemia COVID-19).

Come si può osservare, il contributo dell'iniziativa non modifica in maniera significativa i livelli di qualità dell'aria rappresentativi del fondo attuale, con la sovrapposizione dei due contributi che continua a rimanere ampiamente inferiore ai diversi valori limite / obiettivo applicabili ai sensi della normativa vigente.

*Tabella 5.63: Sovrapposizione delle ricadute medie annue al suolo ai livelli di background rappresentativi di Porto Torres (valore medio del triennio di simulazione)*

Inquinante	Ricadute medie annue - Scenario S1 (µg/m <sup>3</sup> )			Valore di Background - Media Annua (µg/m <sup>3</sup> )			Scenario S1 + Background (µg/m <sup>3</sup> )			Valore Limite / Obiettivo (µg/m <sup>3</sup> )
	CENSS3	CENPT1	CENSS4	CENSS3	CENPT1	CENSS4	CENSS3	CENPT1	CENSS4	
	Media ultimo triennio (2021-2023)			Media ultimo triennio (*)						
<b>NO2</b> µg/m <sup>3</sup>	0,12	0,23	0,28	8,63	7,47	5,47	<b>8,76</b>	<b>7,70</b>	<b>5,75</b>	40
<b>SO2</b> µg/m <sup>3</sup>	0,01	0,03	0,03	0,70	0,97	0,47	<b>0,71</b>	<b>1,00</b>	<b>0,50</b>	20
<b>PM10</b> µg/m <sup>3</sup>	0,02	0,03	0,04	20,87	16,33	15,87	<b>20,88</b>	<b>16,36</b>	<b>15,90</b>	40
<b>PM2.5</b> µg/m <sup>3</sup>	0,01	0,02	0,03	7,93	-	-	<b>7,94</b>			25
<b>Benzene</b> µg/m <sup>3</sup>	0,0002	0,0006	0,0004	1,07	-	1,20	<b>1,07</b>		<b>1,20</b>	5
<b>As</b> µg/m <sup>3</sup>	5,9E-08	1,6E-07	1,1E-07	1,9E-04	1,7E-04	3,0E-04	<b>1,9E-04</b>	<b>1,7E-04</b>	<b>3,0E-04</b>	6,0E-03
<b>Cd</b> µg/m <sup>3</sup>	1,5E-08	3,9E-08	2,8E-08	3,6E-05	2,7E-05	3,7E-05	<b>3,6E-05</b>	<b>2,7E-05</b>	<b>3,7E-05</b>	5,0E-03

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 143 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

Inquinante	Ricadute medie annue - Scenario S1 (µg/m <sup>3</sup> )			Valore di Background - Media Annua (µg/m <sup>3</sup> )			Scenario S1 + Background (µg/m <sup>3</sup> )			Valore Limite / Obiettivo (µg/m <sup>3</sup> )
	CENSS3	CENPT1	CENSS4	CENSS3	CENPT1	CENSS4	CENSS3	CENPT1	CENSS4	
	Media ultimo triennio (2021-2023)			Media ultimo triennio (*)			CENSS3	CENPT1	CENSS4	
<b>Ni</b> µg/m <sup>3</sup>	1,5E-06	3,9E-06	2,8E-06	1,6E-03	1,1E-03	1,3E-03	<b>1,6E-03</b>	<b>1,1E-03</b>	<b>1,4E-03</b>	2,0E-02
<b>Pb</b> µg/m <sup>3</sup>	1,9E-07	5,1E-07	3,6E-07	2,2E-03	1,2E-03	2,3E-03	<b>2,2E-03</b>	<b>1,2E-03</b>	<b>2,3E-03</b>	5,0E-01
<b>Hg</b> µg/m <sup>3</sup>	4,4E-08	1,2E-07	8,4E-08	6,3E-05	6,2E-05	6,1E-05	<b>6,3E-05</b>	<b>6,2E-05</b>	<b>6,1E-05</b>	3,0E-01

(\*) Attualmente non risulta ancora disponibile il report di qualità dell'aria della Regione Sardegna relativo al 2023 e, pertanto, non è stato possibile considerare i dati relativi a tale annualità. Per il calcolo dei valori di fondo si è quindi deciso di fare riferimento alla media delle annualità 2019, 2021 e 2022 (il 2020 non è stato ritenuto rappresentativo a causa della pandemia COVID-19).

### 5.7.2 Confronto dell'iniziativa con il contributo di altre realtà industriali presenti nell'area

Per fornire un'analisi più dettagliata della possibile sovrapposizione dell'iniziativa in esame ad altri emettitori di origine industriale presenti nell'area, si è fatto riferimento a quanto desumibile dalle analisi modellistiche rintracciate nella più recente documentazione AIA relativa ai principali insediamenti produttivi attualmente in esercizio nell'area industriale di Porto Torres.

In particolare, si è fatto riferimento a quanto rintracciato in rete nella documentazione relativa alla Centrale Termoelettrica EP di Fiume Santo e a quella del Complesso Versalis S.p.A. di Porto Torres, in particolare:

- alle simulazioni modellistiche relative all'assetto futuro della Centrale EP di Fiume Santo, descritte nel documento "Allegato D.6 Identificazione e Quantificazione degli Effetti delle Emissioni in Aria" (Doc. RINA No. P0003659-1-H4 Rev. 0 – Gennaio 2019), disponibili per SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e PM10;
- alle simulazioni modellistiche del Complesso Versalis S.p.A. di Porto Torres rintracciabili nel documento "Allegato 3b - Identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria e confronto con SQA per la proposta impiantistica per la quale si richiede l'autorizzazione" (Doc. GOLDER No. 18114788/12251 – Luglio 2019), disponibili per SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e PM10 con riferimento all'assetto dell'installazione alla massima capacità produttiva.

Sulla base delle informazioni disponibili, la documentazione considerata risulta rappresentativa dell'attuale configurazione dei due impianti/installazioni sopra citati. In particolare, si evidenzia che:

- per quanto riguarda la Centrale Termoelettrica EP di Fiume Santo, le emissioni dei suddetti inquinanti sono riconducibili alle emissioni convogliate provenienti dai No. 2 Gruppi a Carbone GR3 e GR4 della Centrale Termoelettrica;
- per quanto riguarda il Complesso Versalis S.p.A. di Porto Torres, le emissioni dei suddetti inquinanti sono riconducibili alle emissioni convogliate dal camino E/01

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 144 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

(Generatore Vapore). Sono presenti anche altri punti emissivi, per i quali sono tuttavia previste esclusivamente emissioni di COV (Acrilnitrile, 4-vinilcicloesene, Cianocicloesene, Acetone, 1-isopropil-4-metilcicloesano, 1,3-butadiene) specifiche della tipologia di installazione, destinata alla produzione gomme nitriliche. Pertanto, tali emissioni non sono oggetto di interesse ai fini delle analisi relative alla sovrapposizione degli effetti con la presente iniziativa.

Le ricadute relative al CO, presenti per i diversi impianti, non sono state analizzate in quanto, come precedentemente analizzato, il contributo riconducibile all'iniziativa in esame è risultato sostanzialmente trascurabile in tutti gli scenari (così come i livelli di ricaduta di CO associabili agli altri impianti analizzati).

Il confronto è stato eseguito, per ciascuno degli inquinanti sopra indicati (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e PM10), tra le ricadute medie annue associate alle emissioni dei suddetti impianti e le analoghe ricadute medie annue stimate con riferimento alle simulazioni dello scenario emissivo S1 della presente iniziativa.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA (ESERCIZIO)</b>	Pg. 145 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

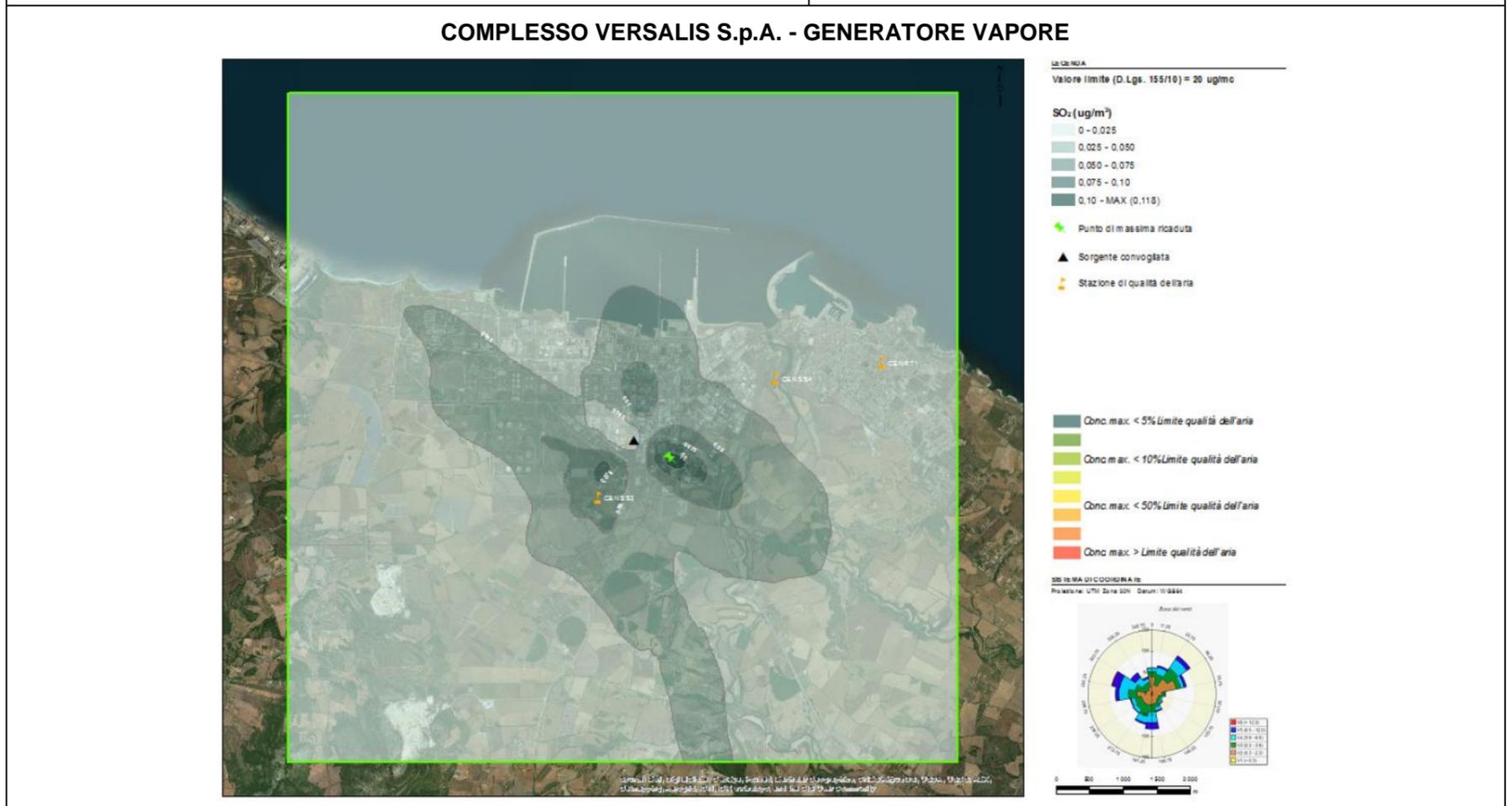
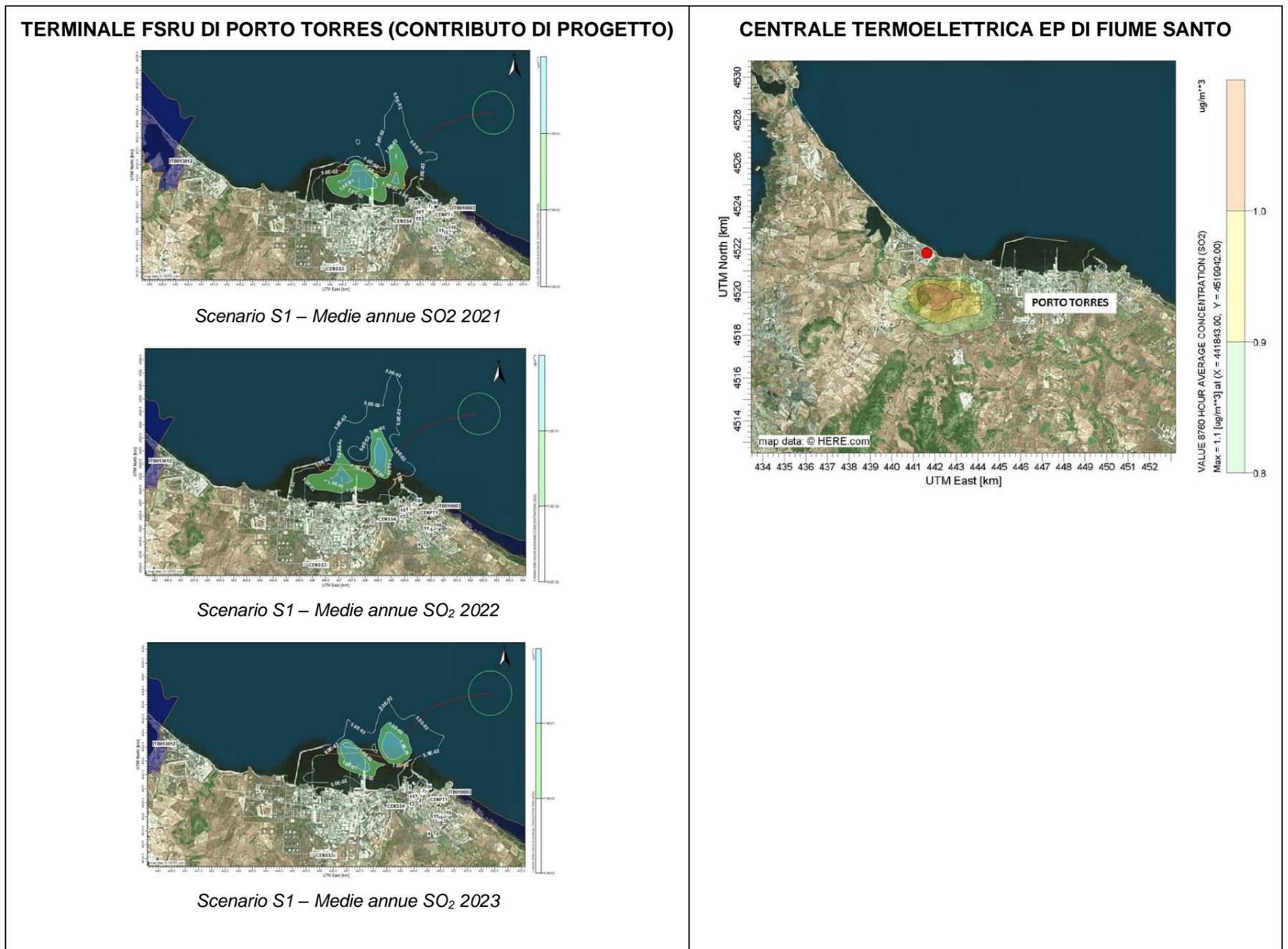


Figura 5.1: Confronto tra le ricadute medie annue di SO<sub>2</sub> associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1 stimate per 3 anni di simulazioni 2021-2023) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA (ESERCIZIO)</b>	Pg. 146 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

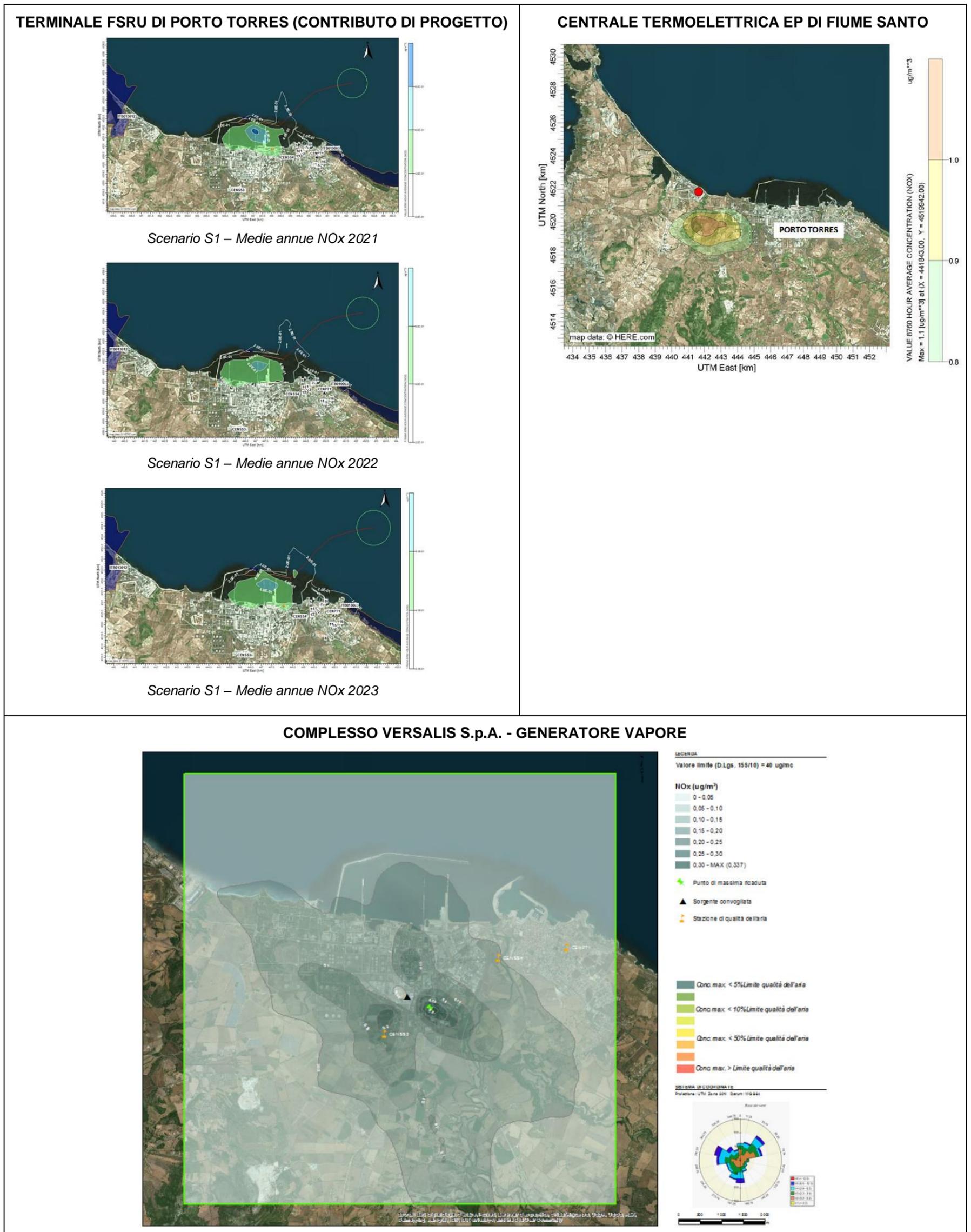


Figura 5.2: Confronto tra le ricadute medie annue di NOx associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES          STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA (ESERCIZIO)</b>	Fig. 147 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

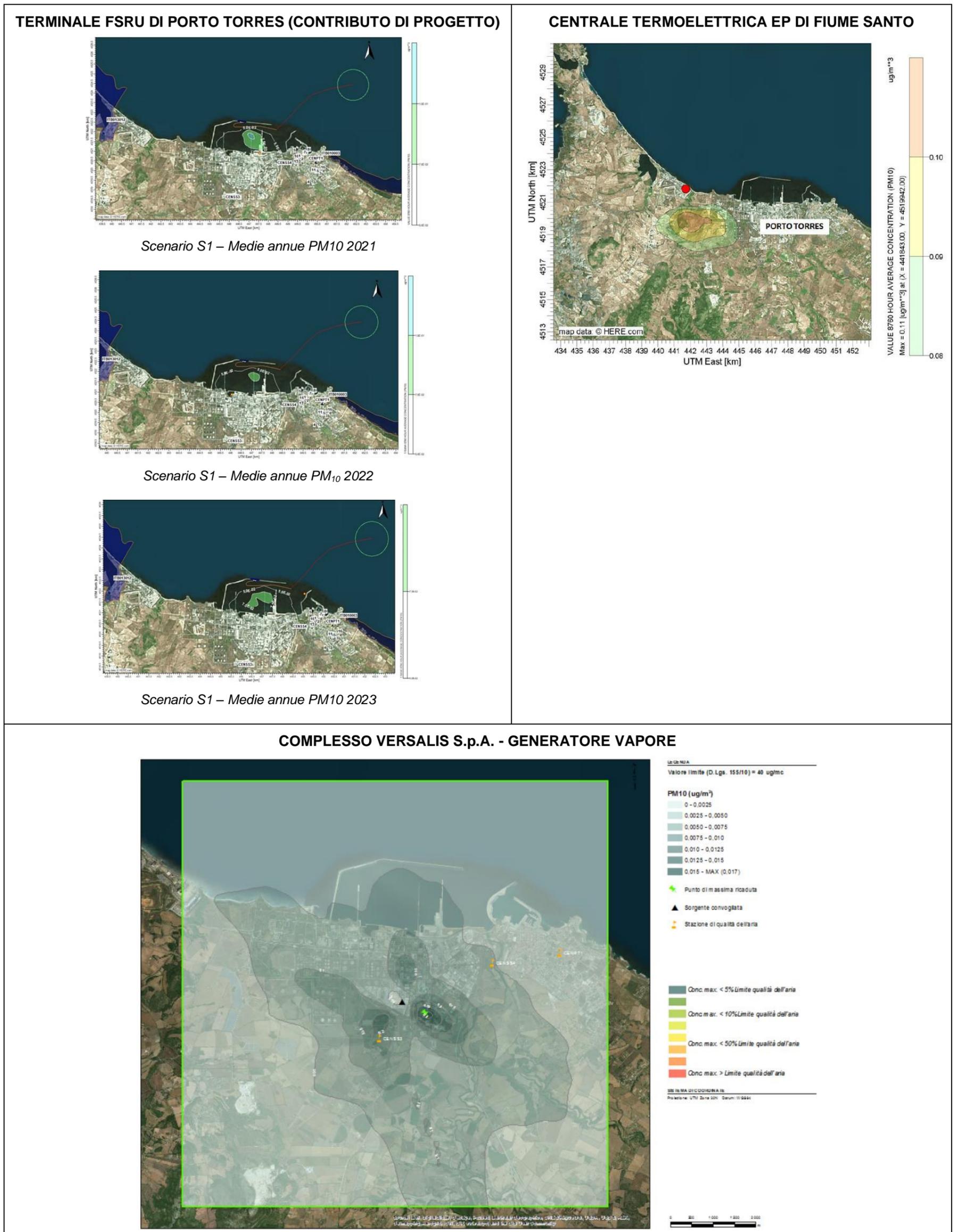


Figura 5.3: Confronto tra le ricadute medie annue di PM10 associate al Terminale -FSRU di Porto Torres (Scenario S1) e quelle associate ad altri impianti in esercizio nell'area in esame

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 148 di 154	<b>Rev.</b> <b>00</b>

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

Come desumibile dalle mappe di ricaduta sopra riportate, le ricadute associate al futuro esercizio del Terminale FSRU di Porto Torres interessano areali di ricaduta differenti rispetto a quelli degli altri impianti analizzati, con ricadute solo marginalmente sovrapponibili in aree interne all'area industriale.

Per completezza, di seguito si richiamano i valori delle ricadute medie annue nel punto di massima ricaduta al suolo stimate con riferimento allo scenario emissivo S1 del Terminale, messi a confronto gli analoghi valori di massima ricaduta associati ai due impianti esistenti analizzati che, come sopra indicato, interessano comunque zone di ricaduta non sovrapponibili con quella del Terminale.

In ogni caso, il contributo alle ricadute riconducibile ai tre impianti messi a confronto risulta sempre piuttosto contenuto nei valori assoluti, con il Terminale che non appare corrispondere al principale emettitore nell'area.

*Tabella 5.64: Confronto tra le ricadute medie annue nel punto di massima ricaduta al suolo associate al futuro esercizio del Terminale (Scenario S1) e gli analoghi valori di ricaduta associati all'esercizio degli impianti esistenti*

Inquinante	Terminale FSRU (Scenario S1 – media triennio 2021-2023) [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Centrale EP Fiume Santo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Complesso Versalis [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
SO <sub>2</sub>	0,07	1,1	0,12
NO <sub>x</sub>	0,46	1,1	0,34
PM10	0,07	0,11	0,02

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 149 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

## 6 CONCLUSIONI

Per le valutazioni modellistiche delle ricadute delle emissioni di inquinanti in atmosfera, relative alla fase di esercizio del Terminale di Porto Torres, sono state considerate le emissioni di No. 2 motori a combustione interna alimentati a gas naturale per la produzione di energia della FSRU, nonché le emissioni del traffico navale delle metaniere per il trasporto del GNL, unitamente a quelle dei rimorchiatori a supporto delle attività di manovra delle metaniere in porto.

Gli inquinanti considerati sono stati scelti in base alle caratteristiche di emissione delle sorgenti, con particolare attenzione alla valutazione delle ricadute di NO<sub>x</sub>, Particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), SO<sub>2</sub>, CO, Formaldeide, Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB.

Per il calcolo previsionale sono stati definiti i seguenti No. 5 scenari emissivi, valutati con riferimento ai dati meteorologici del triennio 2021-2023:

- Scenario S1, considerato ai fini della stima delle massime ricadute medie annue in fase di esercizio e rappresentativo di quanto potrebbe effettivamente verificarsi in un reale anno di esercizio della FSRU in termini massimo numero di allibi annui effettivamente attesi per ogni tipologia metaniera (n. 46 allibi/anno di metaniera da 30.000 m<sup>3</sup>, n. 46 allibi/anno di metaniera da 7.500 m<sup>3</sup> e n. 2 allibi/anno di metaniera da 130.000 m<sup>3</sup>), con relativi rimorchiatori a supporto;
- Scenario S2, considerato ai fini della stima delle massime ricadute medie giornaliere e orarie associate all'esercizio della FSRU con la presenza simultanea della metaniera da 30.000 m<sup>3</sup> con rimorchiatori a supporto. Questo scenario è stato considerato in quanto rappresentativo della configurazione più frequente e più impattante, in considerazione del numero di allibi annui ipotizzati;
- Scenario S3, considerato ai fini della stima delle ricadute medie annue, medie orarie e giornaliere associate all'esercizio con funzionamento in continuo alla massima capacità operativa della sola FSRU, al fine di valutarne il contributo sia in termini di ricadute medie annue che di picchi di ricaduta oraria e giornaliera;
- Scenario S4 considerato ai fini della stima delle ricadute medie annue, giornaliere e orarie associate all'esercizio della FSRU congiuntamente alle metaniere da 30.000 m<sup>3</sup> e da 7.500 m<sup>3</sup> in assenza di rimorchiatori, al fine di valutare il contributo delle metaniere e, per differenza, dei rimorchiatori sia in termini di ricadute medie annue che di picchi di ricaduta oraria e giornaliera;
- Scenario S5, considerato ai fini della stima per ogni singola stagione delle massime ricadute giornaliere di NO<sub>x</sub>, in qualità di inquinante rappresentativo più impattante, al fine di valutare come la variabilità stagionale della componente meteorologica possa influire sui massimi livelli delle ricadute medie giornaliere attese in fase di esercizio.

È stato inoltre fornito il dettaglio delle ricadute attese in corrispondenza di specifici ricettori ubicati nel Comune di Porto Torres (strutture scolastiche, asili nido, strutture per anziani) nonché delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria) e dei Siti Rete Natura 2000 più vicini al sito di progetto.

Dai risultati illustrati nel precedente Capitolo 5, si evince che:

- per quanto concerne le massime ricadute medie annue nello scenario più impattante:

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 150 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

- i valori stimati di NO<sub>x</sub> sono sempre abbondantemente entro i limiti applicabili, con le massime ricadute al suolo pari a circa 0,46 µg/m<sup>3</sup>, valore calcolato come media dei tre anni di simulazioni. Tale valore risulta essere ampiamente inferiore anche al più restrittivo valore guida di 10 µg/m<sup>3</sup> (riferito a NO<sub>2</sub>) suggerito dall'OMS (~5% del valore guida nel punto di massima ricaduta al suolo) e a maggior ragione anche con riferimento al livello critico per la protezione della vegetazione (riferito agli NO<sub>x</sub>) pari a 30 µg/m<sup>3</sup>,
- i valori stimati di PM<sub>10</sub> (pari a 0,07 µg/m<sup>3</sup>) e di PM 2.5 (pari a 0,06 µg/m<sup>3</sup>) nel punto di massima ricaduta al suolo, calcolati sempre come media dei 3 anni di simulazioni, risultano ovunque di gran lunga inferiori rispetto anche ai più restrittivi valori guida suggeriti dall'OMS (15 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub>, 5 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>2.5</sub>) e, pertanto, sono da ritenersi praticamente trascurabili rispetto ai livelli di qualità dell'aria preesistenti,
- la concentrazione media annua di SO<sub>2</sub> nel punto di massima ricaduta al suolo (pari a circa 0,07 µg/m<sup>3</sup>) risulta molto inferiore anche rispetto al livello critico per la protezione della vegetazione (20 µg/m<sup>3</sup>) e in tal senso praticamente trascurabile, a maggior ragione, in corrispondenza dei Siti Rete Natura 2020 presenti all'interno dell'area di studio e che sono ubicati a distanze maggiori dalla FSRU;
- per quanto concerne le massime ricadute medie orarie e sub-orarie (per la formaldeide) nello scenario più impattante si stimano:
  - circa 97 µg/m<sup>3</sup> per le ricadute medie orarie di NO<sub>x</sub> riferite al 99,8° percentile (inferiore al valore limite normativo di 200 µg/m<sup>3</sup>) nel punto di massima ricaduta al suolo, che si verifica in corrispondenza dell'estremità più a nord (affaccio sul mare) della banchina di attracco dei traghetti di Porto Torres ubicata a sud-est dell'area di futura ubicazione della FSRU. In corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria i livelli di ricaduta risultano notevolmente inferiori, non superando mai i 30 µg/m<sup>3</sup>,
  - circa 26 µg/m<sup>3</sup> per le ricadute medie orarie di SO<sub>2</sub> riferite al 99,7° percentile (inferiore al valore limite normativo di 350 µg/m<sup>3</sup>) nel punto di massima ricaduta al suolo, con valori sempre inferiori a 7 µg/m<sup>3</sup> in corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria,
  - circa 2 µg/m<sup>3</sup> per le ricadute di formaldeide calcolate come massimo valor medio di 30 minuti nel punto di massima ricaduta al suolo, largamente inferiore al valore guida OMS di 100 µg/m<sup>3</sup> (~2%),
  - circa 15 µg/m<sup>3</sup> per le ricadute di CO, calcolate come massima media su 8 ore consecutive (valore limite: 10.000 µg/m<sup>3</sup>) nel punto di massima ricaduta al suolo, evidenziando in tal senso un contributo emissivo praticamente trascurabile della FSRU e dei mezzi navali operativi in fase di esercizio (anche rispetto al valore guida OMS 2021 di 4.000 µg/m<sup>3</sup> riferito al 99° percentile delle medie giornaliere);
- per quanto concerne le ricadute medie giornaliere nello scenario più impattante si stimano:
  - circa 12 µg/m<sup>3</sup> per le ricadute medie giornaliere di NO<sub>x</sub> riferite al 99° percentile (inferiore al valore guida suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021 di 25

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 151 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nel punto di massima ricaduta al suolo, che si verifica in corrispondenza dell'estremità più a nord (affaccio sul mare) della banchina di attracco dei traghetti di Porto Torres ubicata a sud-est dell'area di futura ubicazione della FSRU. In corrispondenza dei ricettori discreti e delle centraline di qualità dell'aria il 99° percentile delle ricadute medie giornaliere non supera mai i  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,

- circa  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le ricadute medie giornaliere di PM10 nel punto di massima ricaduta al suolo, riferite al 90,4° percentile (largamente inferiore al valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e di circa  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con riferimento al 99° percentile (largamente inferiore al valore guida suggerito dalle Linee Guida dell'OMS del 2021 di  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ),
- circa  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le ricadute medie giornaliere di PM2,5 nel punto di massima ricaduta al suolo riferite al 99° percentile (largamente inferiore al valore guida OMS di  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ),
- circa  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel punto di massima ricaduta al suolo per le ricadute medie giornaliere di SO2 riferite al 99,2° percentile, nettamente inferiore sia al valore limite di  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (riferito al 99,2° percentile), sia al più stringente valore guida OMS di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (riferito al 99° percentile).

Va evidenziato, inoltre, che per tutti i parametri analizzati le massime ricadute al suolo si verificano o in area industriale, in prossimità dell'area di collocazione della FSRU, o comunque in area portuale prossima alla costa e non caratterizzata dalla presenza di abitazioni, con i valori in corrispondenza dei ricettori discreti analizzati che risultano in generale decisamente più contenuti (si rimanda ai valori riportati nelle tabelle dedicate).

Quanto discusso nel precedente Paragrafo 5.2.5 porta, inoltre, a ritenere sostanzialmente trascurabile il contributo dell'iniziativa per Benzene, Metalli, IPA, PCDD/F e PCB, sia in termini di concentrazioni in atmosfera che per quanto relativo alle deposizioni al suolo, con valori in generale sempre di diversi ordini di grandezza inferiori ai valori limite, obiettivo e di riferimento desumibili dalla normativa vigente e da altre fonti di letteratura come discusso nel suddetto paragrafo.

Si ricorda che le valutazioni condotte con riferimento alle ricadute orarie e giornaliere risultano conservative, in quanto si è assunta la presenza delle metaniere per 365 giorni l'anno, al fine di simulare lo svolgimento delle operazioni delle metaniere in concomitanza con le condizioni meteorologiche più gravose dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi.

Nello scenario emissivo S1, ai fini della valutazione delle ricadute medie annue, è stato possibile andare ad analizzare gli allibi delle metaniere con una periodicità di tipo settimanale, consentendo in tal senso di tener conto della natura emissiva intermittente associata alla presenza delle metaniere e dei rimorchiatori a supporto. Anche in questo caso, il numero di allibi annui considerato ai fini modellistici (un allibo a settimana per le metaniere da  $30.000 \text{ m}^3$ , un allibo a settimana per le metaniere da  $7.500 \text{ m}^3$ , 2 allibi per le metaniere da  $130.000 \text{ m}^3$ ) risulta conservativo rispetto al totale effettivamente previsto (46 allibi per le metaniere da  $30.000 \text{ m}^3$ , 46 allibi per le metaniere da  $7.500 \text{ m}^3$ , 2 allibi per le metaniere da  $130.000 \text{ m}^3$ ).

Si ricorda, inoltre, che un'altra ipotesi cautelativa, considerata esclusivamente ai fini delle valutazioni modellistiche, è l'adozione di un rapporto pari a 1 tra i quantitativi di  $\text{NO}_x$  emessi e le relative ricadute al suolo di  $\text{NO}_2$ .

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 152 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

Quanto riportato nel Paragrafo 5, inoltre, porta a concludere come il contributo dell'iniziativa in termini di ricadute al suolo non andrà ad incidere in maniera significativa sugli attuali livelli di qualità dell'aria rappresentativi dell'area, in quanto le concentrazioni di inquinanti risultano comunque pienamente conformi alla normativa vigente. Questo è confermato anche sommando il contributo dell'iniziativa ai valori di fondo rappresentativi dello stato attuale di qualità dell'aria.

Infine, l'analisi del contributo emissivo in termini di ricadute riconducibile ad altri impianti in esercizio nell'area industriale di Porto Torres ha evidenziato che le ricadute dell'iniziativa in esame non si sovrapporranno, se non marginalmente, a quelle di altre sorgenti emissive di natura industriale presenti nell'area e che il Terminale in esercizio avrà un'incidenza trascurabile in termini di ricadute attese.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 153 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

## 7 REFERENZE

- ATDSR. (Aprile 2022). *Guidance for Calculating Benzo(a)pyrene Equivalents for Cancer Evaluations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Cheruyiot et al. (2015). *An Overview: Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Emissions from the Stationary and Mobile Sources and in the Ambient Air*.
- Desert Research Institute. (Agosto 2017). *Do 16 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Represent PAH air toxicity? Samburova V, Zielinska B, Khlystov A - Desert Research Institute, Division of Atmospheric Sciences, 2215 Raggio Parkway, Reno, NV 89512, USA*.
- EMEP/EEA. (Ottobre 2023). *Air pollutant emission inventory guidebook 2023 – International maritime navigation, international inland navigation, national navigation (shipping), national fishing, military (shipping), and recreational boats*.
- ISS. (2022). *RAPPORTI ISTISAN 22/13 - Profilo di salute di una comunità interessata da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres: valutazioni ambiente-salute, epidemiologia e comunicazione*.
- RAS, ARPAS. (2020). *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2019*.
- RAS, ARPAS. (2023). *Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2021*.
- Scire et al. (2011). *CALPUFF Modeling System. Version 6. User Instructions*.
- Turner. (1970). *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*. U.S. EPA Office of Air Programs Publication No. AP-26. Research Triangle Park, NC.
- U.S. EPA. (Febbraio 2000). *Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data*.
- Verbeek et al. (2011). *TNO-RPT-2011-00166: Environmental and Economic aspects of using LNG as a fuel for shipping in The Netherlands*.
- World Health Organization. (2000). *Air quality guidelines for Europe, 2nd edition*. WHO Regional Publications, European Series, No. 91.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines - Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.

<b>CLIENTE:</b> 	<b>PROGETTISTA:</b> 	<b>COMMESSA</b> -	<b>UNITÀ</b> -
	<b>LOCALITÀ:</b> Porto Torres (SS)	<b>001-ZX-E-85016</b>	
	<b>PROGETTO:</b> <b>TERMINALE DI PORTO TORRES</b> <b>STUDIO MODELLISTICO RICADUTE IN ATMOSFERA</b> <b>(ESERCIZIO)</b>	Fg. 154 di 154	<b>Rev.</b> 00

Rif. RINA: P0037503-3-H8\_01

## 8 SITI WEB CONSULTATI

ARPAS – Report mensili qualità dell'aria:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=612&s=335564&v=2&c=5012&idsito=21>

ISPRA – Rischio Sanitario Ambientale: [https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/siti-contaminati/banca\\_dati\\_iss\\_inail\\_marzo\\_2018.xlsx](https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/siti-contaminati/banca_dati_iss_inail_marzo_2018.xlsx)

Istituto Mareografico: <https://www.mareografico.it/>