

SNAM FSRU Italia

Terminale FSRU Piombino

Stima delle ricadute emissive di formaldeide mediante modello diffusionale

Doc. No. P0037257-1-H14 Rev. 0 - Luglio 2024



Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima Emissione	R. Roberto	E. Leder / L. Volpi	M. Compagnino	Luglio 2024

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

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE TABELLE	1
LISTA DELLE FIGURE	1
1 PREMESSA	2
2 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI EMISSIVI	3
2.1 ASSETTO ATTUALE	3
2.2 ASSETTO FUTURO	5
3 ANALISI DELLE RICADUTE DI FORMALDEIDE	6
3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO UTILIZZATO	6
3.2 IPOTESI MODELLISTICHE	7
3.2.1 Dati meteo climatici	9
3.3 IDENTIFICAZIONE DEI RECETTORI DISCRETI	12
3.3.1 Valore di riferimento per l'esposizione	16
3.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	16
4 CONCLUSIONI	21
REFERENZE	22

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Scenario emissivo Formaldeide: Assetto Attuale (Luglio 2023- Maggio 2024)	4
Tabella 2.2:	Scenario emissivo Formaldeide: Assetto Futuro	5
Tabella 3.1:	Descrizione elementi sensibili e centraline di qualità dell'aria	14
Tabella 3.2:	Confronto tra ricadute di formaldeide relative all'Assetto Attuale e all'Assetto Futuro del Terminale in corrispondenza degli elementi sensibili (Valore Guida OMS: 100 µg/m ³)	19

LISTA DELLE FIGURE

Figura 3.1:	Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF	7
Figura 3.2:	Visualizzazione del dominio meteorologico e di calcolo.	8
Figura 3.3:	Ricostruzione del modello orografico nell'area in esame	9
Figura 3.4:	Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021	10
Figura 3.5:	Variazione mensile delle temperature minime, medie e massime in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021	10
Figura 3.6:	Temperature medie, minime e massime Annuali nel Comune di Piombino nel periodo 1990-2021 (Fonte: dati SIR)	11
Figura 3.7:	Andamento mensile dei cumulati di precipitazione in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021	11
Figura 3.8:	Precipitazioni medie Annuali nel Comune di Piombino nel periodo 1990 – 2021 (Fonte: dati SIR)	12
Figura 3.9:	Ubicazione elementi sensibili e centraline di qualità dell'aria (1 di 2)	13
Figura 3.10:	Ubicazione elementi sensibili e centraline di qualità dell'aria (2 di 2)	14
Figura 3.11:	Scenario Emissivo: Assetto Attuale - Massime ricadute stimate da CALPUFF con riferimento a un media di 30 minuti (Valore Guida OMS: 100 µg/m ³)	17
Figura 3.12:	Scenario Emissivo: Assetto Futuro - Massime ricadute stimate da CALPUFF con riferimento a un media di 30 minuti (Valore Guida OMS: 100 µg/m ³)	18

1 PREMESSA

ISPRA (prot. n. 30338 del 30/05/2024) e ARPAT (prot. n. 2024/0043067 del 03/06/2024) in relazione al primo esito dell'attività di controllo del Terminale di rigassificazione FSRU di Piombino, hanno richiesto che il Gestore (SNAM FSRU Italia):

QUOTE

- f) *produca una relazione che descriva mediante un idoneo modello diffusionale a partire dai dati emissivi attualmente noti, la stima delle ricadute di Formaldeide nell'ambiente circostante, con particolare riferimento a recettori ubicati nell'area urbana, in analogia a quanto già sviluppato per gli altri parametri oggetto di valutazione diffusionale mediante modello e presentata nell'ambito del procedimento di autorizzazione.*

UNQUOTE

Al fine di ottemperare alla suddetta richiesta di ISPRA-ARPAT, facendo seguito anche a quanto concordato con tali Enti in una successiva riunione di chiarimento tenutasi in data 7 Giugno 2024, il presente documento descrive i risultati della stima delle ricadute emissive di formaldeide associate all'esercizio della FSRU nei due seguenti scenari:

- ✓ Scenario attuale: scenario emissivo rappresentativo del funzionamento del Terminale FSRU in condizioni di regolare esercizio nel periodo di riferimento Luglio 2023 – Maggio 2024. A partire da fine Settembre 2023 il motore E4 è stato dotato di un catalizzatore sperimentale per il contenimento delle emissioni, mentre i motori E1, E2 ed E3 sono senza catalizzatore;
- ✓ Scenario futuro: scenario emissivo rappresentativo del futuro funzionamento del Terminale FSRU in condizioni di regolare esercizio, nel quale si prevede nel mese di luglio 2024 l'installazione del catalizzatore anche sui restanti tre camini con riferimento ai motori E1, E2 ed E3.

Le simulazioni condotte per i due scenari emissivi consentono pertanto di stimare il contributo del Terminale FSRU di Piombino (ricadute di formaldeide nell'area urbana di Piombino) nelle fasi pre e post installazione dei catalizzatori.

Nei capitoli successivi, pertanto, si riporta:

- ✓ La definizione dei due scenari emissivi sopra indicati in relazione all'assetto attuale e all'assetto futuro della FSRU (Capitolo 2);
- ✓ L'analisi delle ricadute di formaldeide mediante l'applicazione di modello diffusionale (Capitolo 3), con dettagli relativi alla caratterizzazione dell'area di studio dal punto di vista meteo climatico, nonché all'identificazione degli elementi sensibili presenti al suo interno e del valore di riferimento considerato per analizzare i risultati modellistici ottenuti;
- ✓ Considerazioni conclusive a valle dell'analisi dei risultati delle valutazioni modellistiche effettuate (Capitolo 4).

2 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI EMISSIVI

2.1 ASSETTO ATTUALE

Lo scenario emissivo rappresentativo del funzionamento della FSRU (assetto attuale) è stato definito a partire dalle effettive condizioni di esercizio che si sono verificate dal mese di Luglio 2023 (inizio esercizio Terminale FSRU) fino al mese di Maggio 2024. In particolare, sono stati presi a riferimento:

- ✓ I rapporti di prova dei monitoraggi discontinui ai camini E1, E2, E3 ed E4, effettuati in accordo al PMC, relativi al parametro Formaldeide e caratteristiche emissive delle due campagne di campionamento eseguite nei mesi di Novembre 2023 e Gennaio 2024, trasmessi da SNAM FSRU Italia a ISPRA con Prot. n. 39/2024 del 9 Maggio 2024 (acquisita da ISPRA al prot.26065 del 09/05/2024);
- ✓ I dati orari relativi al carico di funzionamento dei motori della FSRU, desumibili dal Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni (SME) del Terminale.

A partire dai dati sopra indicati per ciascun gruppo motore/camino è stato possibile:

- ✓ Identificare le condizioni di esercizio dell'impianto;
- ✓ Associare alle suddette condizioni di esercizio un carico medio mensile, attribuendo quindi a tale assetto di funzionamento i dati emissivi (portate ed emissioni di formaldeide) desumibili dal rapporto di prova più rappresentativo dello specifico carico.

Per ciascun mese di esercizio è stato considerato il funzionamento in continuo (ad un dato carico) e in contemporanea dei due gruppi motore/camino caratterizzati dal maggior numero di giorni mensili di funzionamento (uno solo nei mesi di Agosto e Settembre). Si sottolinea che l'assetto di funzionamento con due motori in contemporanea è in accordo alla prescrizione n. 15 del PIC, la quale prevede che *"Nelle condizioni di normale funzionamento non potranno essere esercite contemporaneamente più di due dei quattro motori (GE1, GE2, GE3 e GE4) ...omissis..."*.

La tabella seguente sintetizza i dati di input e caratteristiche emissive considerate per lo scenario "assetto attuale" per il periodo Luglio 2023 – Maggio 2024.



Tabella 2.1: Scenario emissivo Formaldeide: Assetto Attuale (Luglio 2023- Maggio 2024)

Mese	CAMINO #1							CAMINO #2						
	ID	Motore	Carico	Emiss. Formaldei de (g/s) (*)	Diam. (mm)	Vel. fumi (m/s) (*)	Temp. fumi (K) (*)	ID	Motore	Carico	Emiss. Formaldei de (g/s) (*)	Diam. (m)	Vel. fumi (m/s) (*)	Temp. fumi (K) (*)
Lug 2023	S1	GE-2	25-30%	0,55	1.300	9,6	617	S2	GE-3	25-30%	0,48	1.300	9,6	618
Ago 2023	S3	GE-2	45-50%	0,47	1.300	14,6	642	-						
Set 2023	S4	GE-1	70%	0,27	900	20,6	585	-						
Ott 2023	S5	GE-1	45-50%	0,28	900	16,8	598	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631
Nov 2023	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631	S7	GE-4	45-50%	0,15	1.300	15,7	645
Dic 2023	S3	GE-2	45-50%	0,47	1.300	14,6	642	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631
Gen 2024	S5	GE-1	45-50%	0,28	900	16,8	598	S3	GE-2	45-50%	0,47	1.300	14,6	642
Feb 2024	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631	S7	GE-4	45-50%	0,15	1.300	15,7	645
Mar 2024	S3	GE-2	45-50%	0,47	1.300	14,6	642	S7	GE-4	45-50%	0,15	1.300	15,7	645
Ape 2024	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631	S7	GE-4	45-50%	0,15	1.300	15,7	645
Mag 2024	S6	GE-3	45-50%	0,42	1.300	13,5	631	S7	GE-4	45-50%	0,15	1.300	15,7	645
(*) dati forniti nei rapporti di prova.														

2.2 ASSETTO FUTURO

Lo scenario emissivo rappresentativo del futuro funzionamento della FSRU a valle dell'installazione dei catalizzatori in E1, E2 ed E3 (assetto futuro) è stato definito ipotizzando cautelativamente l'esercizio in continuo e contemporaneo di n. 2 motori principali ciascuno operante al 50% del carico, con emissioni di formaldeide poste pari al valore limite emissivo di 20 mg/Nm³ indicato nell'allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. in conformità all'AIA.

In merito alla scelta dell'installazione dei catalizzatori di ossidazione, in sintesi:

- i motori di bordo installati nel terminale FSRU sono dual fuel (applicazione tipica, viste le dimensioni dei motori);
- la tipologia dei motori di bordo, installati nel Terminale FSRU, non prevede in origine sistemi cosiddetti "after-treatment";
- i catalizzatori selezionati dal Gestore, a valle di confronto con i fornitori, sono di tipo prototipo, poiché non risultano precedenti esperienze per applicazioni simili;
- i risultati dei primi 6 mesi di funzionamento del catalizzatore installato sul camino E4 hanno confermato l'efficacia del catalizzatore nel ridurre le concentrazioni di formaldeide ai valori attesi.

La specifica applicazione dei catalizzatori di ossidazione individuata dal Gestore rappresenta la migliore tecnologia applicabile per i motori di bordo del terminale FSRU.

Nello specifico, ai fini delle simulazioni descritte nei paragrafi successivi, è stato considerato l'esercizio dei gruppi GE-2/E2 e GE-3/E3, con le caratteristiche emissive riassunte nella tabella seguente. Il gruppo GE-1/E-1 non è stato considerato, in quanto caratterizzato da minori portate e, conseguentemente, da un minor apporto emissivo di formaldeide a parità di concentrazione nei fumi.

Tabella 2.2: Scenario emissivo Formaldeide: Assetto Futuro

ID	Motore	Carico	Portata fumi ⁽¹⁾ (Nm ³ /h)	Concentrazione Formaldeide ⁽²⁾ (mg/Nm ³)	Emissioni Formaldeide ⁽³⁾ (g/s)	Diametro (mm)	Velocità fumi (m/s)	Temperatura fumi (K)
S1	GE-2	50%	44.200	20	0,25	1.300	15,6	638
S2	GE-3	50%	39.500	20	0,22	1.300	13,4	633

(1) Portata fumi al 15% O₂, previa detrazione del contenuto di vapore acqueo

(2) Riferita a fumi secchi al 15% O₂

(3) dato calcolato

3 ANALISI DELLE RICADUTE DI FORMALDEIDE

3.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO UTILIZZATO

Il presente studio modellistico è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF, 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.

CALPUFF è riportato 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) tra i modelli indicati in condizioni di simulazione long-range oppure per applicazioni near-field 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 risulta pertanto un modello di dispersione appropriato per le analisi nel contesto territoriale 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, ad oggi, il modello CALPUFF è uno tra i modelli di dispersione atmosferica più utilizzati nel contesto nazionale e internazionale a supporto delle valutazioni di impatto ambientale dei progetti.

Il sistema di modellazione 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, costituito da tre componenti principali:

- ✓ il preprocessore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, iniziabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e/o dati da modello meteorologico (e.g. dati MM5 o WRF) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperature e 2D dei parametri della turbolenza in uno specifico dominio di analisi;
- ✓ il processore CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- ✓ il post-processore CALPOST, preposto all'estrazione dai file binary prodotti in uscita da CALPUFF, avente la funzione di analizzare l'output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati delle simulazioni e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati in corrispondenza dei nodi della griglia di calcolo, nonché in corrispondenza di eventuali recettori specifici, relativi alle emissioni di singole sorgenti e/o considerate nel loro insieme. Questo consente di fornire rappresentazioni dei risultati modellistici sia in formato tabellare che in forma grafica (le cosiddette mappe di ricaduta).

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

CALPUFF MODELING SYSTEM

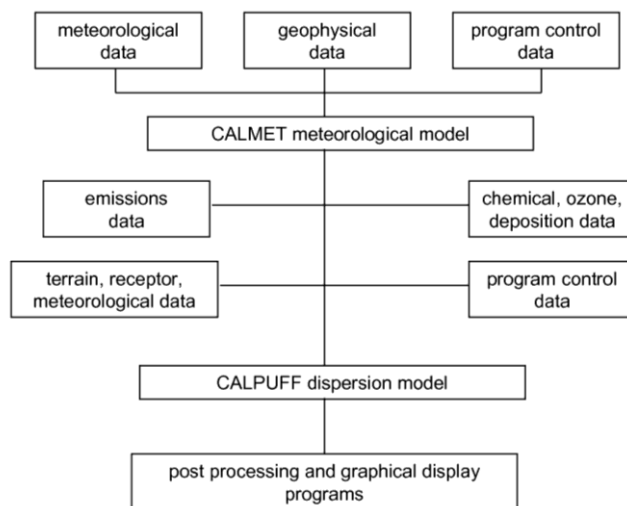


Figura 3.1: Schematizzazione del sistema modellistico CALMET/CALPUFF

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2011).

3.2 IPOTESI MODELLISTICHE

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

- ✓ caratteristiche meteorologiche e meteo-diffusive dell'area;
- ✓ caratteristiche geometriche, fisiche ed emissive delle sorgenti;
- ✓ localizzazione dei recettori (posizione).

L'area oggetto dello studio modellistico è centrata nell'area di ubicazione del Terminale di Piombino, considerando un dominio di dimensione 20x20 km con risoluzione 1 km calcolato mediante il processore CALMET partendo dai dati meteorologici dell'intero anno 2021 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 quindi utilizzato CALPUFF, infittendo la griglia di calcolo a 250 m.

L'estensione del dominio di calcolo è tale da ricomprendere i recettori potenzialmente più esposti, che date le caratteristiche delle sorgenti emissive sono interamente ubicati all'interno del Comune di Piombino.

Ai fini della simulazione modellistica, è stata considerata inoltre l'orografia dell'area, posizionando i punti della griglia e i ricettori discreti a una quota altimetrica estratta dal DTM. Sono state considerate inoltre le caratteristiche dell'area in termini di uso del suolo (aree urbane, agricole, vegetate, marine, ecc.).

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

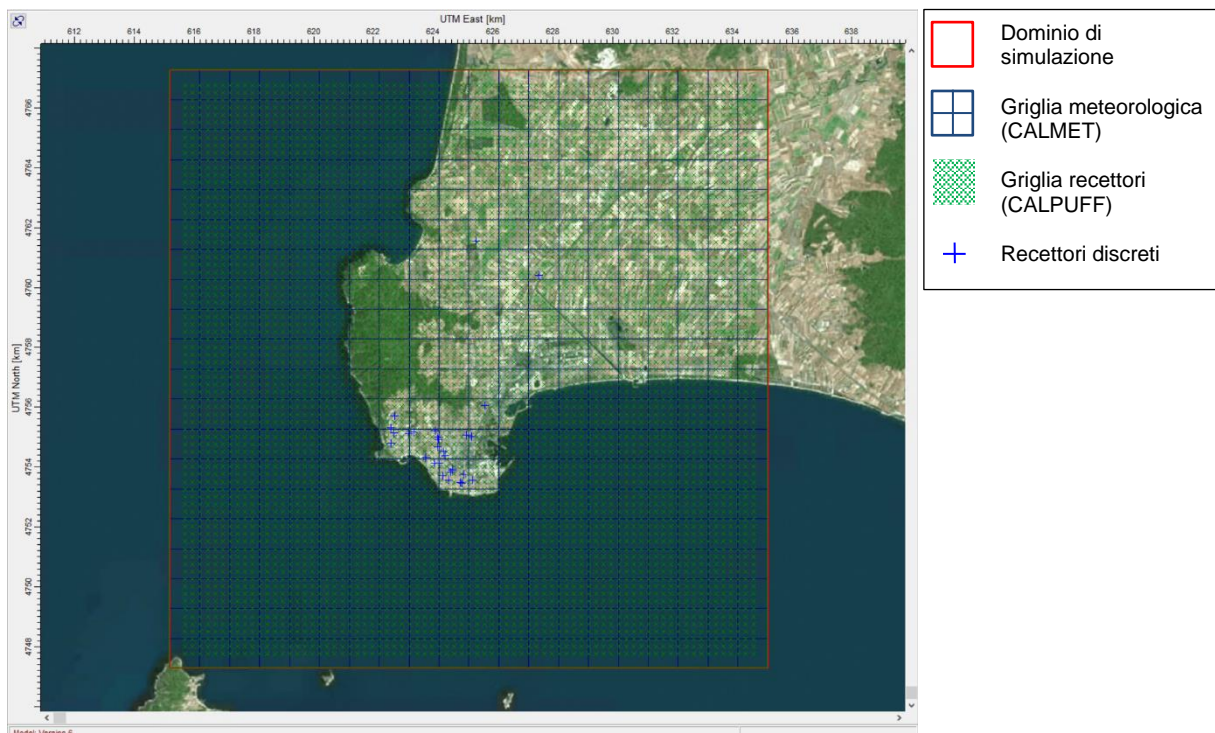


Figura 3.2: Visualizzazione del dominio meteorologico e di calcolo.

I dati di orografia (dati SRTM1, aventi risoluzione pari a circa 30 m) e i dati di uso del suolo (dati GLCC, aventi risoluzione pari a circa 1 km) sono stati utilizzati unitamente ai dati meteo WRF ai fini della ricostruzione mediante CALMET dell'input meteorologico per CALPUFF (i.e. il file CALMET.DAT). Nella figura seguente si riporta a titolo esemplificativo la ricostruzione del modello orografico nel dominio di analisi.

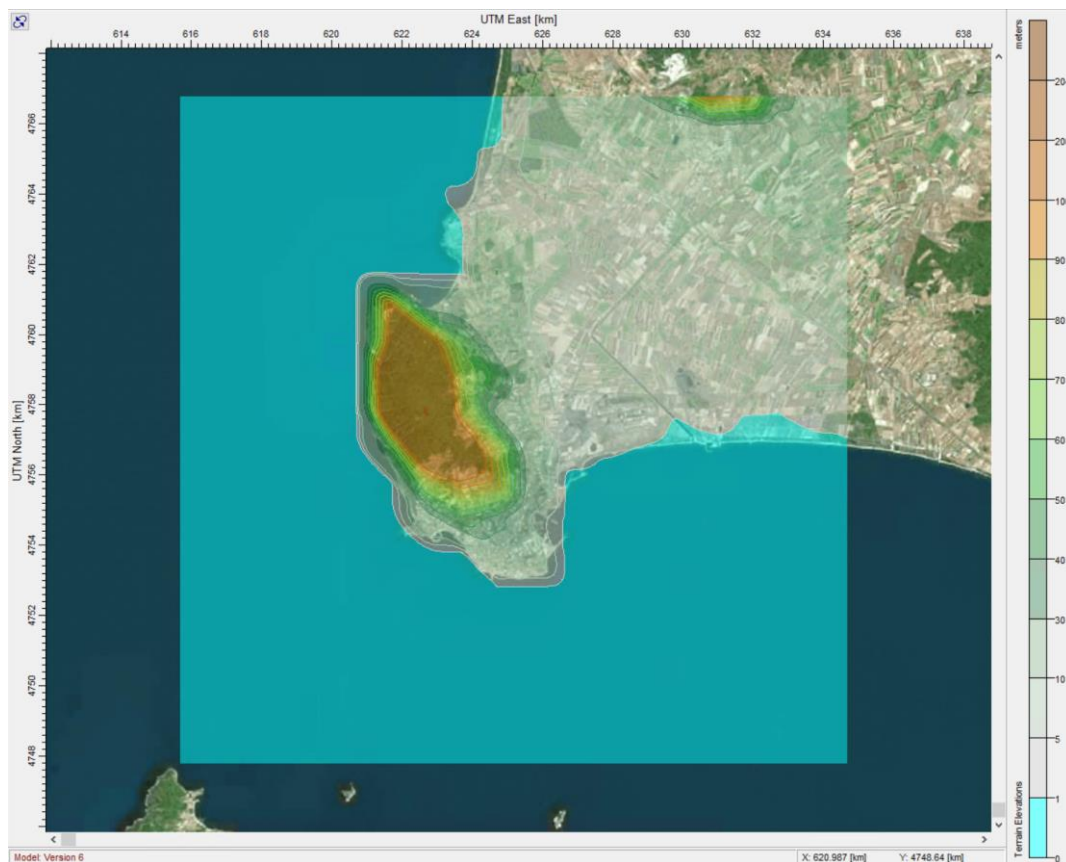


Figura 3.3: Ricostruzione del modello orografico nell'area in esame

Come riportato nel paragrafo seguente, dal file CALMET.DAT è possibile estrapolare i dati meteorologici in specifici punti, informazione utile ai fini della caratterizzazione dell'area di studio dal punto di vista meteoclimatico, in particolare con riferimento alla componente anemometrica, nonché dal punto di vista termometrico e pluviometrico.

3.2.1 Dati meteo climatici

Nella figura seguente si riporta la rosa dei venti a 10 m dal suolo ottenuta in corrispondenza della cella centrale del dominio CALMET (avente coordinate baricentriche $X = 626.188$ km e $Y = 4754.27$ km), rappresentativa delle condizioni anemometriche in corrispondenza dell'area di ubicazione del Terminale.

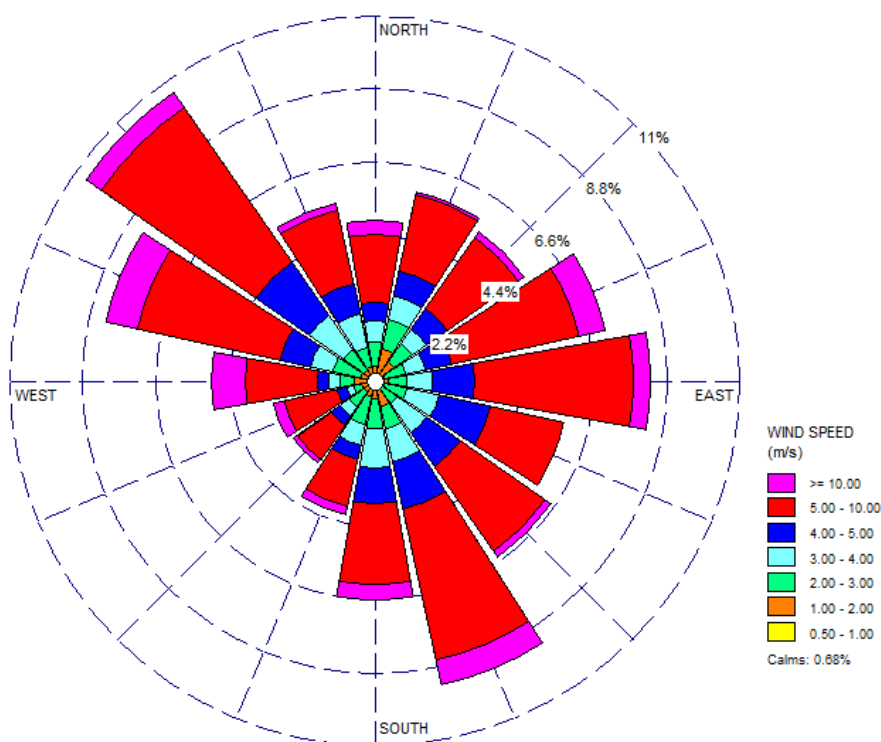


Figura 3.4: Rosa dei venti a 10 m dal suolo in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021

Nel grafico seguente, si riporta inoltre l'andamento mensile delle temperature minime, massime e medie, riferito sempre ai dati CALMET in corrispondenza della cella sopra indicata.

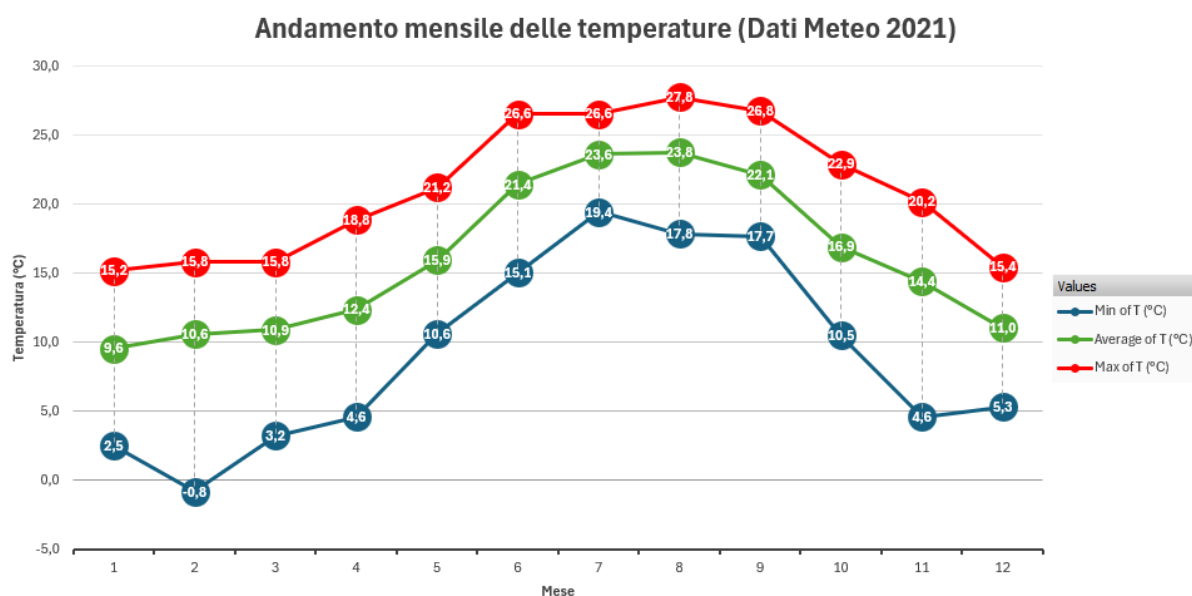


Figura 3.5: Variazione mensile delle temperature minime, medie e massime in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021

I dati di temperatura risultano in linea con quelli del Comune di Piombino desumibili da dati del Sistema Idrologico Regionale (SIR) per il periodo 1990-2021 (si veda la figura seguente).

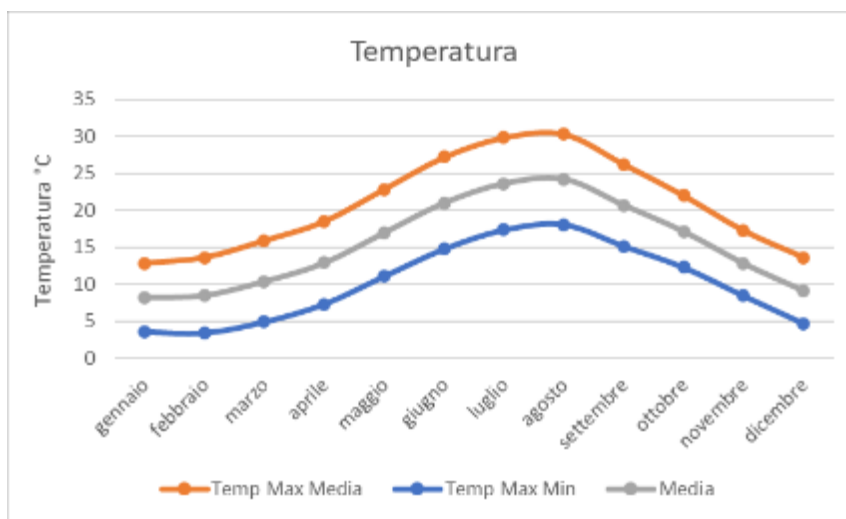


Figura 3.6: Temperature medie, minime e massime Annuali nel Comune di Piombino nel periodo 1990-2021 (Fonte: dati SIR)

Infine, si riporta il cumulado mensile dei dati di precipitazione, anch'esso estrapolato dai dati CALMET del 2021 sempre in corrispondenza della cella del dominio ubicata in prossimità del Terminale.

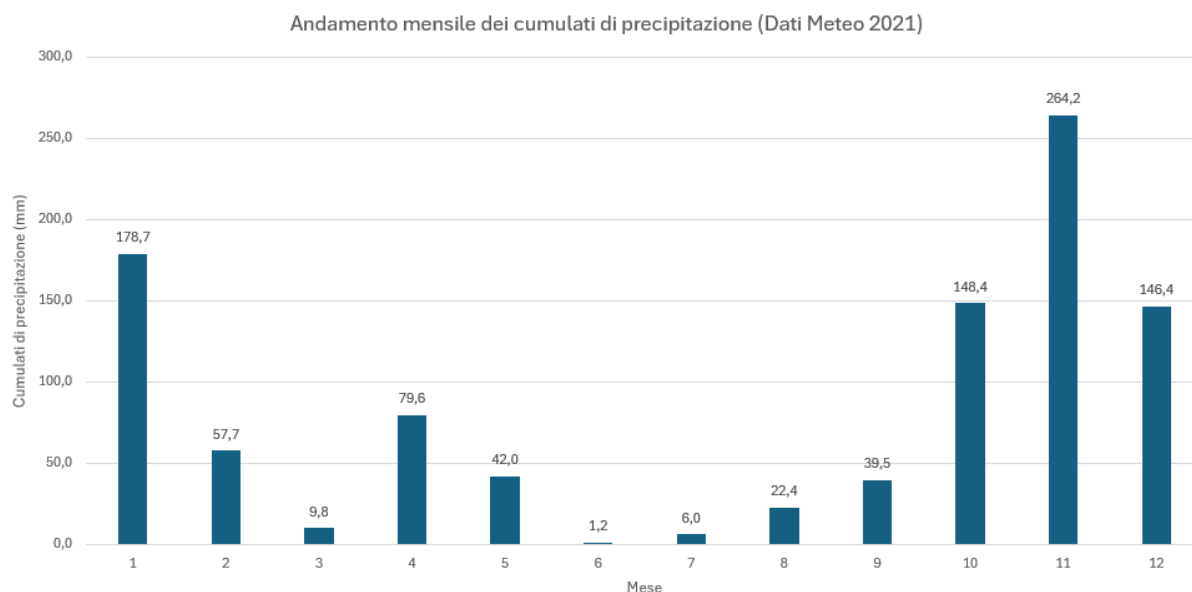


Figura 3.7: Andamento mensile dei cumulati di precipitazione in prossimità del Terminale di Piombino, ricostruita a partire dai dati WRF del 2021

Anche in questo caso, i dati di precipitazione risultano in linea con l'andamento delle precipitazioni medie mensili relative al periodo 1990-2021 desumibile dai dati del SIR (figura seguente), sebbene il 2021 appaia caratterizzato da precipitazioni meno intense, con conseguente riduzione dei potenziali meccanismi di rimozione umida degli inquinanti atmosferici.

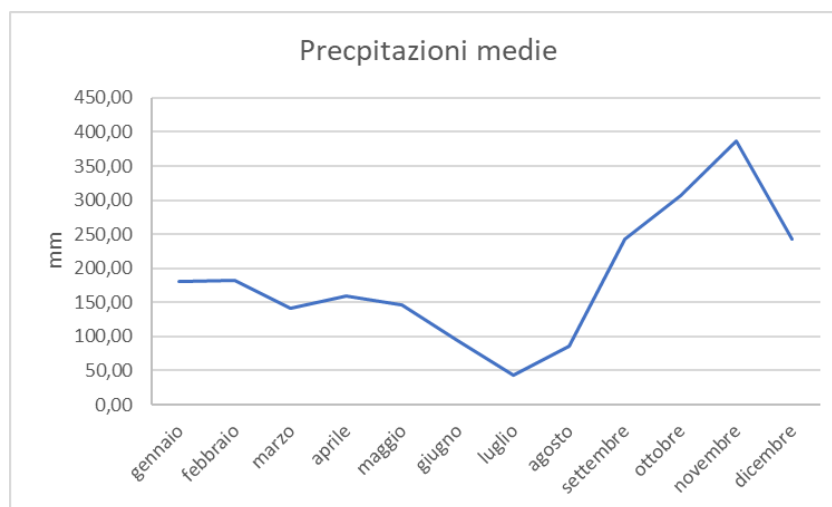


Figura 3.8: Precipitazioni medie Annuali nel Comune di Piombino nel periodo 1990 – 2021 (Fonte: dati SIR)

3.3 IDENTIFICAZIONE DEI RECETTORI DISCRETI

Al fine di consentire un'analisi di dettaglio dei livelli di ricaduta stimati dal modello, all'interno del dominio di calcolo sono stati individuati anche una serie dei recettori discreti, in particolare identificando i principali elementi sensibili ubicati all'interno dell'area urbana di Piombino.

Nello specifico, è stata effettuata una selezione delle principali strutture scolastiche, sanitarie, asili nidi e case di cura presenti nel Comune di Piombino, nonché aree residenziali di specifico interesse per la loro ubicazione nelle vicinanze della FSRU (Località Gagno e Borgata Cotone). È stata considerata inoltre l'ubicazione delle centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria della rete ARPAT site nel Comune di Piombino (le centraline "LI Cotone" e "LI-Piombino Parco VIII Marzo") oltre alle due centraline di monitoraggio della qualità dell'aria (ATM_03 "Via Zelli" e ATM_04 "FS") installate e ad oggi operative come previsto dal PMA del Terminale.

Nelle figure seguenti è rintracciabile l'ubicazione degli elementi sensibili individuati, per una cui descrizione si rimanda alla successiva tabella.

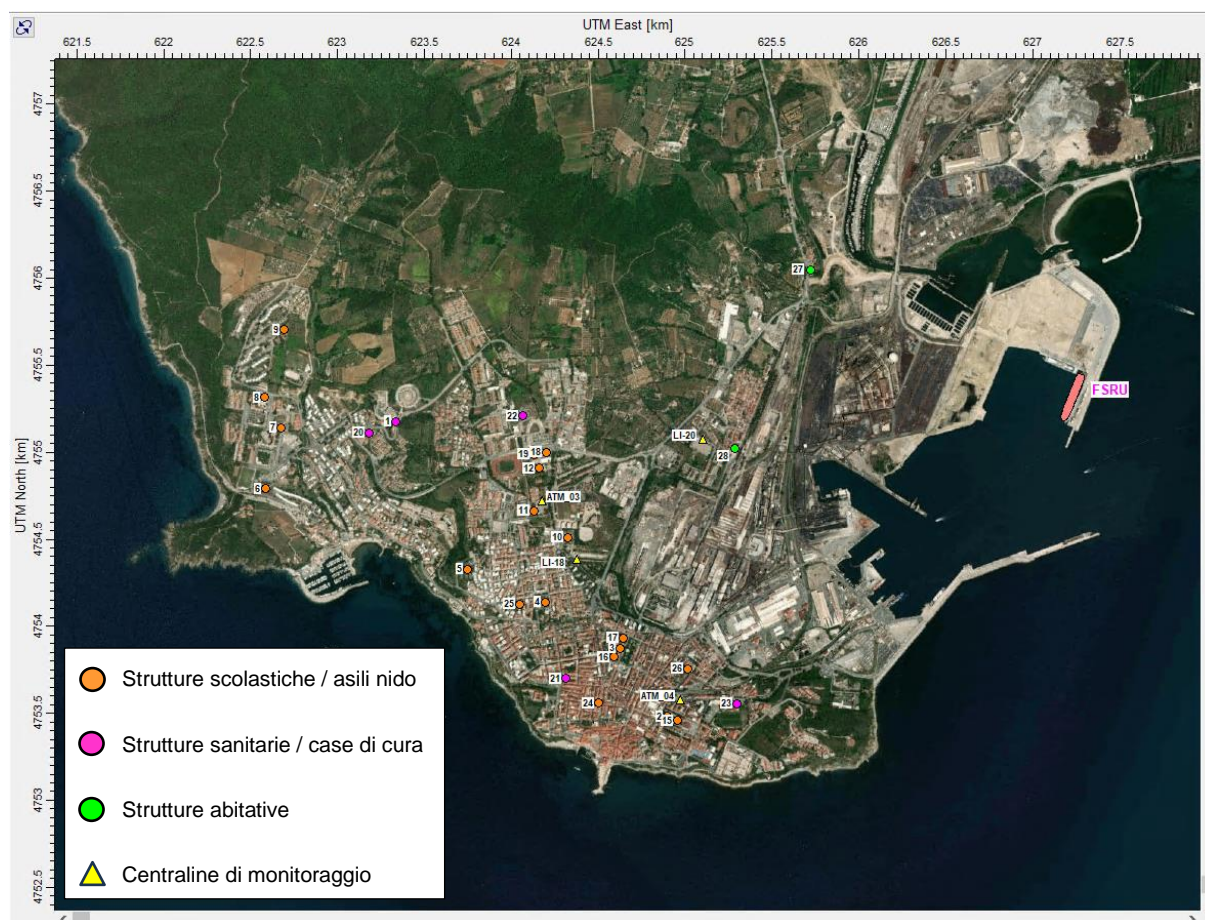


Figura 3.9: Ubicazione elementi sensibili e centraline di qualità dell'aria (1 di 2)

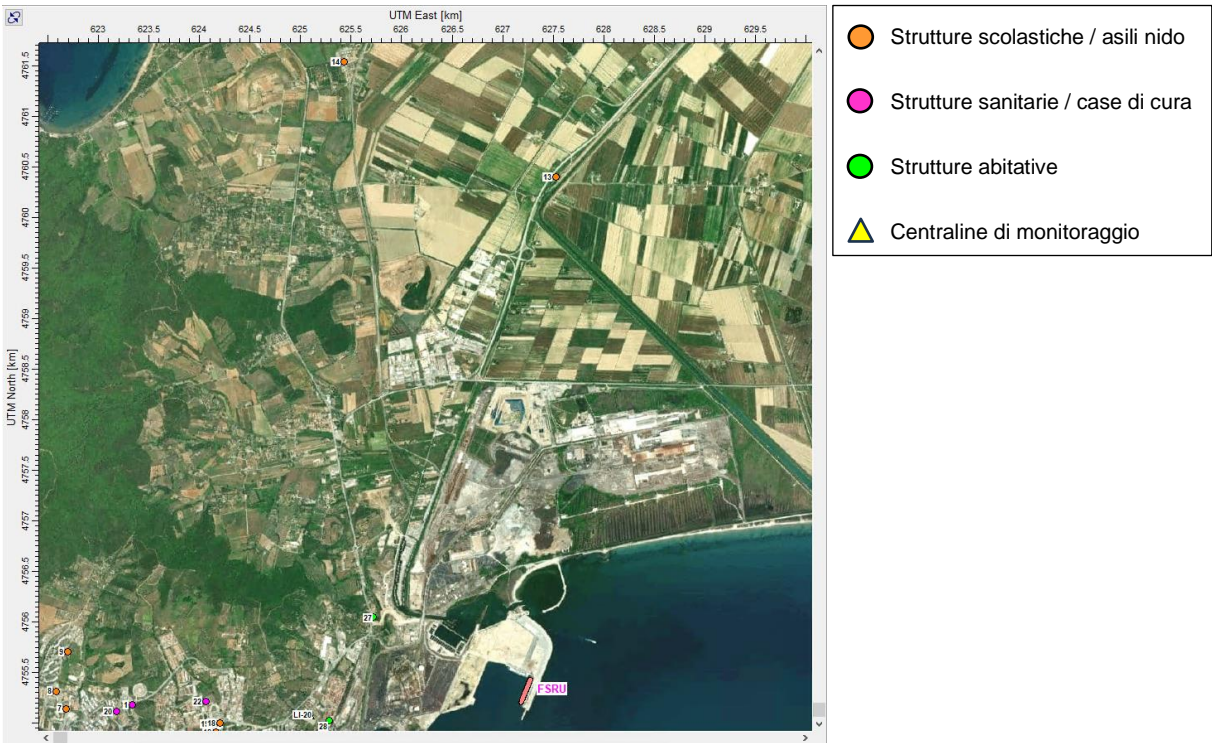


Figura 3.10: Ubicazione elementi sensibili e centraline di qualità dell’aria (2 di 2)

Tabella 3.1: Descrizione elementi sensibili e centraline di qualità dell’aria

ID	NOME	TIPO
1	Ospedale Villamarina	Struttura Sanitaria
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta-Pacinotti	Struttura Scolastica
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	Struttura Scolastica
4	Scuola Primaria XXV Aprile	Struttura Scolastica
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	Struttura Scolastica
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	Struttura Scolastica
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	Struttura Scolastica
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	Struttura Scolastica
11	Scuola Primaria Perticale	Struttura Scolastica
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	Struttura Scolastica
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	Struttura Scolastica

ID	NOME	TIPO
14	Scuola Primaria Loc. Populonia	Struttura Scolastica
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	Struttura Scolastica
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	Struttura Scolastica
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	Struttura Scolastica
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	Struttura Scolastica
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	Struttura Scolastica
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	Struttura Sanitaria
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	Struttura Sanitaria
22	RSA San Rocco	Casa di Cura
23	Casa di Riposo GTA Service	Casa di Cura
24	Asilo Nido Hop-là	Asilo Nido
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	Asilo Nido
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	Asilo Nido
27	Località Gagno	Strutture abitative
28	Borgata Cotone	Strutture abitative
LI-18	LI-PIOMBINO-PARCO-VIII-MARZO	Centralina di monitoraggio (Suburbana – Fondo)
LI-20	LI-COTONE	Centralina di monitoraggio (Suburbana – Industriale)
ATM_03	Centralina “Via Zelli”	Centralina di monitoraggio (PMA)
ATM_04	Centralina “FS”	Centralina di monitoraggio (PMA)

3.3.1 Valore di riferimento per l'esposizione

Gli standard di qualità dell'aria ad oggi vigenti e stabiliti dalla normativa nazionale sono indicati nel Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, No.155 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", pubblicato sulla G.U. No. 216 del 15 Settembre 2010 (Suppl. Ordinario No. 217) e in vigore dal 30 Settembre 2010. Tuttavia, all'interno di tale decreto non è presente alcuno standard di qualità dell'aria relativo al parametro formaldeide.

In mancanza di un valore derivante dalla normativa nazionale, le ricadute al suolo stimate dal modello (si vedano i paragrafi successivi) 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/m³ (0,1 mg/m³) 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, ottenuto utilizzando la seguente formula (Turner, 1970) suggerita dallo stesso manuale di Calpuff:

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

dove:

- ✓ t è il periodo di mediazione di interesse (30 minuti);
- ✓ t₀ è il periodo di mediazione utilizzato dal modello per ottenere le concentrazioni medie (60 minuti).

3.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Di seguito si illustrano i risultati ottenuti mettendo a confronto le stime delle ricadute al suolo per gli scenari considerati:

- ✓ Nella configurazione descritta nel precedente Paragrafo 2.1, rappresentativa del funzionamento attuale del Terminale FSRU (scenario Assetto Attuale);
- ✓ Nella configurazione descritta nel precedente Paragrafo 2.2, rappresentativa del funzionamento del Terminale FSRU a valle dell'installazione dei catalizzatori in corrispondenza dei camini E1, E2 ed E3 (scenario Assetto Futuro), considerando cautelativamente una concentrazione di formaldeide al camino pari al valore limite di 20 mg/Nm³ indicato nell'allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii in conformità all'AIA.

In particolare, dalle mappe di ricaduta seguenti si può osservare che:

- ✓ Per entrambi gli scenari le ricadute al suolo sono risultate sempre ampiamente al di sotto del valore guida OMS pari a 100 µg/m³, con valori in corrispondenza dei recettori sensibili ricompresi in un range tra l'1,0% e il 3,1% del suddetto valore OMS nell'assetto attuale, scendendo a valori ricompresi tra lo 0,6% e l'1,7% nell'assetto futuro;
- ✓ Nel punto di massima ricaduta si ottiene un valore pari a 7 µg/m³ (7% del valore guida) nell'assetto attuale, che scende a circa 4 µg/m³ (4% del valore guida) nell'assetto futuro;
- ✓ I picchi di ricaduta non interessano, se non marginalmente, gli elementi sensibili identificati all'interno dell'area urbana di Piombino, concentrandosi prevalentemente sul promontorio a nord-ovest del territorio comunale, in particolar modo nello scenario emissivo rappresentativo dell'assetto futuro.

Più in generale, passando dall'assetto attuale all'assetto futuro si assiste ad un apprezzabile miglioramento nei livelli di ricaduta attesi di formaldeide per quanto, come sopra indicato, già nell'assetto attuale le ricadute siano ampiamente inferiori al valore guida suggerito dall'OMS.

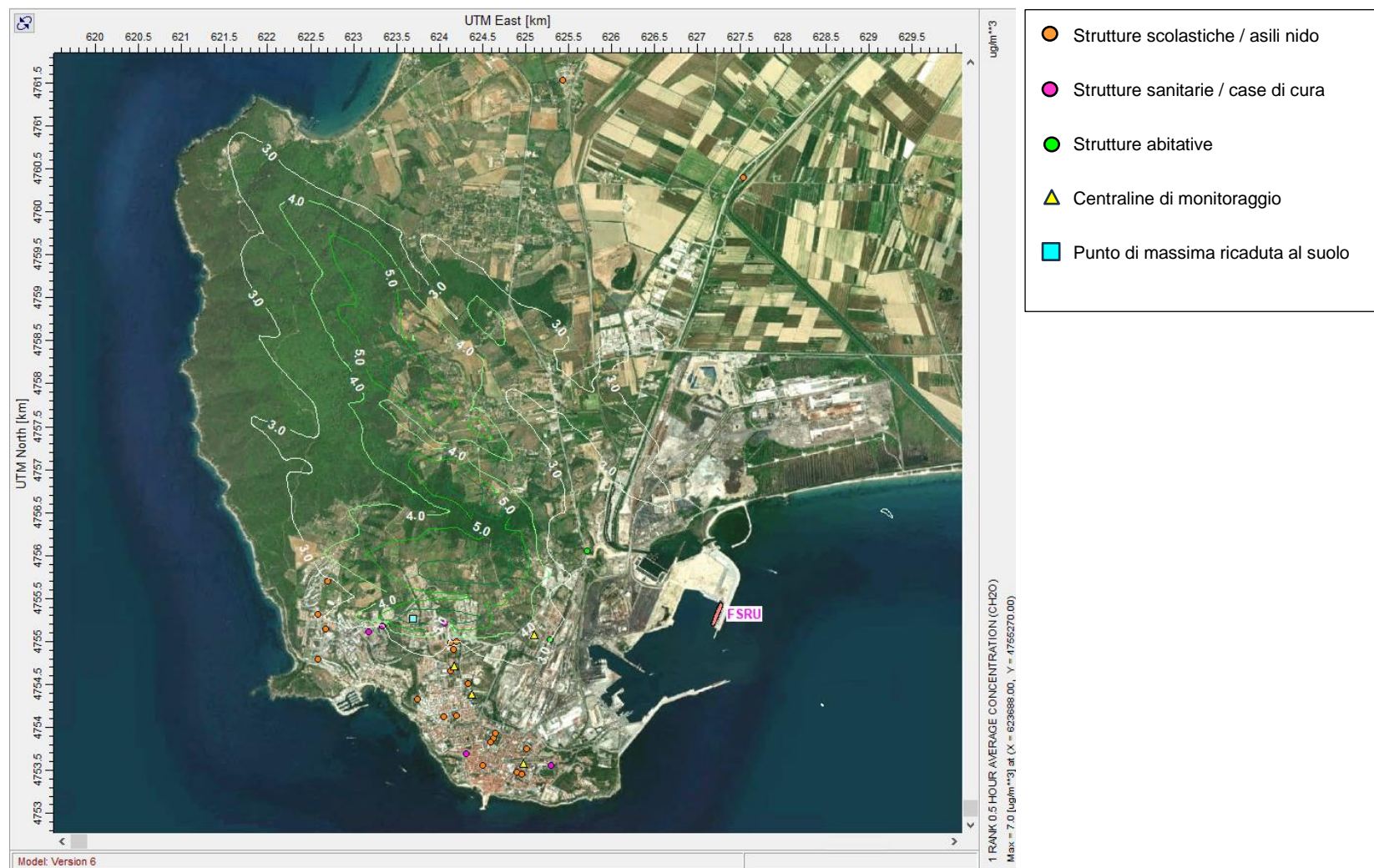


Figura 3.11: Scenario Emissivo: Assetto Attuale - Massime ricadute stimate da CALPUFF con riferimento a un media di 30 minuti (Valore Guida OMS: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

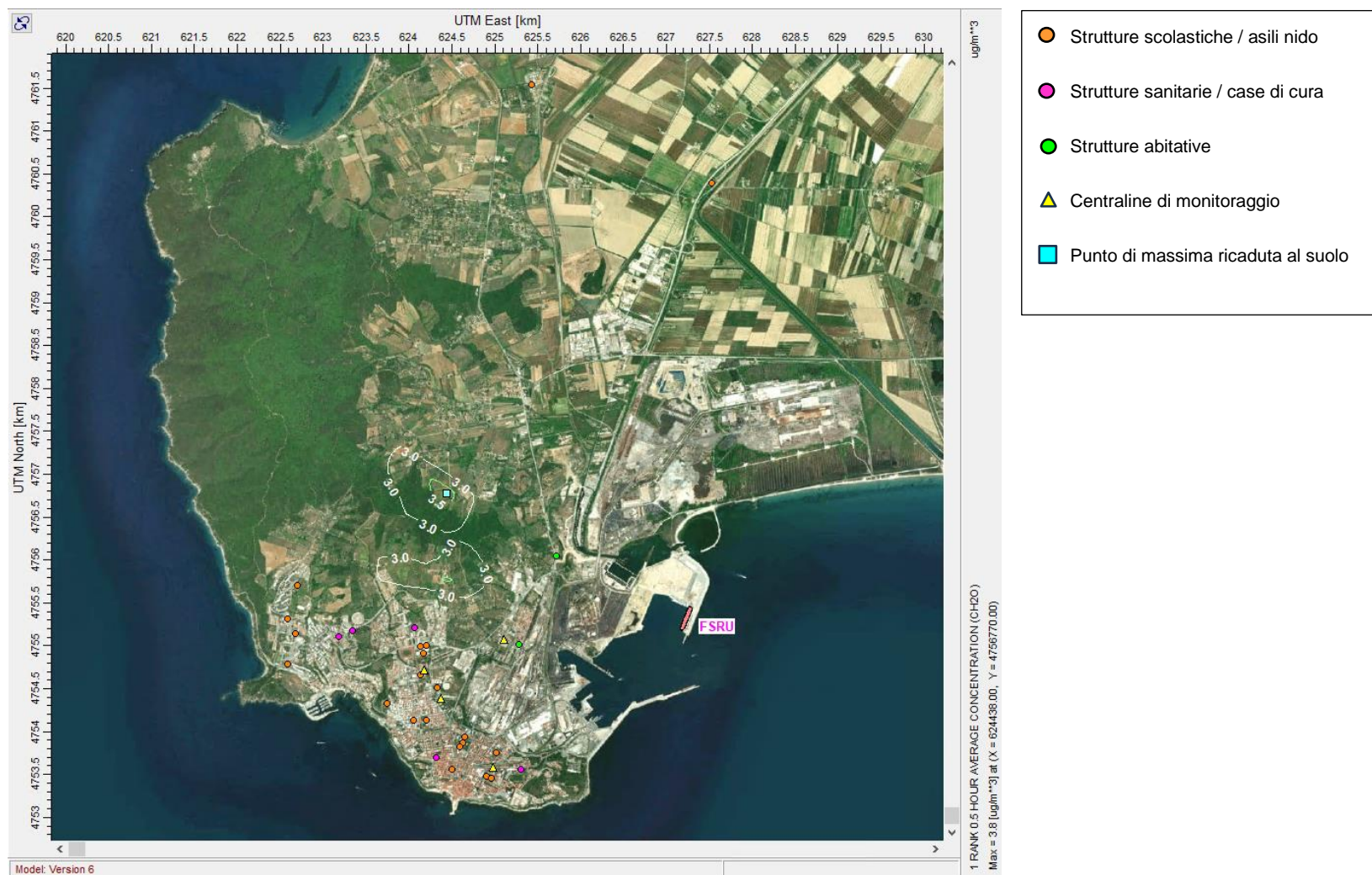


Figura 3.12: Scenario Emissivo: Assetto Futuro - Massime ricadute stimate da CALPUFF con riferimento a un media di 30 minuti (Valore Guida OMS: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Nella tabella seguente si riporta il confronto tra le ricadute in corrispondenza degli elementi sensibili e delle centraline di qualità dell'aria ottenute dalla modellazione dell'Assetto Attuale e dell'Assetto Futuro del Terminale FSRU.

Tabella 3.2: Confronto tra ricadute di formaldeide relative all'Assetto Attuale e all'Assetto Futuro del Terminale in corrispondenza degli elementi sensibili (Valore Guida OMS: 100 µg/m³)

ID	NOME	CH ₂ O: MASSIMA MEDIA SU 30' - ASSETTO ATTUALE "AA" [µg/m³]	PERCENTUALE DEL VALORE GUIDA OMS DI 100 µg/m³ [%]	CH ₂ O: MASSIMA MEDIA SU 30' - ASSETTO FUTURO "AF" [µg/m³]	PERCENTUALE DEL VALORE GUIDA OMS DI 100 µg/m³ [%]	RIDUZIONE STIMATA (AF-AA)/AA [%]
1	Ospedale Villamarina	2,6	2,6%	1,4	1,4%	-46%
2	Scuola Secondaria di 2° Grado Carducci-Volta- Pacinotti	1,8	1,8%	1,1	1,1%	-39%
3	Scuola Primaria Dante Alighieri	2,4	2,4%	1,3	1,3%	-46%
4	Scuola Primaria XXV Aprile	2,2	2,2%	1,4	1,4%	-36%
5	Scuola Secondaria di 2° Grado IS Luigi Einaudi Alberto Ceccherelli	1,9	1,9%	1,1	1,1%	-42%
6	Scuola dell'Infanzia Loc. Calamoresca	1,9	1,9%	1,0	1,0%	-47%
7	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	2,0	2,0%	1,1	1,1%	-45%
8	Scuola Primaria Loc. Diaccioni	2,8	2,8%	1,0	1,0%	-64%
9	Scuola dell'Infanzia Loc. Diaccioni	2,6	2,6%	1,4	1,4%	-46%
10	Scuola dell'Infanzia Gianni Rodari	2,4	2,4%	1,4	1,4%	-42%
11	Scuola Primaria Perticale	2,4	2,4%	1,4	1,4%	-42%
12	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Ceccherelli	2,8	2,8%	1,4	1,4%	-50%
13	Scuola dell'Infanzia Loc. Ponte di Ferro	1,0	1,0%	0,6	0,6%	-40%
14	Scuola Primaria Loc. Popolonia	1,5	1,5%	0,6	0,6%	-60%
15	Scuola Secondaria di 2° Grado Pacinotti	2,1	2,1%	1,1	1,1%	-48%
16	Scuola Secondaria di 2° Grado Centro Territoriale Distretto 33	2,1	2,1%	1,2	1,2%	-43%
17	Scuola Secondaria di 1° Grado Andrea Guardi	2,5	2,5%	1,4	1,4%	-44%
18	Scuola Secondaria di 2° Grado A. Volta	2,9	2,9%	1,5	1,5%	-48%
19	Scuola Secondaria di 2° Grado LC Giosuè Carducci	2,9	2,9%	1,6	1,6%	-45%
20	Presidio Ospedaliero di Piombino	2,3	2,3%	1,3	1,3%	-43%

ID	NOME	CH ₂ O: MASSIMA MEDIA SU 30' - ASSETTO ATTUALE "AA" [µg/m ³]	PERCENTUALE DEL VALORE GUIDA OMS DI 100 µg/m ³ [%]	CH ₂ O: MASSIMA MEDIA SU 30' - ASSETTO FUTURO "AF" [µg/m ³]	PERCENTUALE DEL VALORE GUIDA OMS DI 100 µg/m ³ [%]	RIDUZIONE STIMATA (AF-AA)/AA [%]
21	Azienda USL Toscana Nord Ovest	2,1	2,1%	1,2	1,2%	-43%
22	RSA San Rocco	3,1	3,1%	1,7	1,7%	-45%
23	Casa di Riposo GTA Service	2,1	2,1%	1,1	1,1%	-48%
24	Asilo Nido Hop-là	1,7	1,7%	1,1	1,1%	-35%
25	Nido d'Infanzia L'Elfo	2,2	2,2%	1,3	1,3%	-41%
26	Asilo Nido La Tribù degli Gnomi	1,5	1,5%	1,2	1,2%	-20%
27	Località Gagno	1,3	1,3%	1,0	1,0%	-23%
28	Borgata Cotone	3	3%	1,7	1,7%	-43%
LI-18	LI-PIOMBINO- PARCO-VIII- MARZO	2,1	2,1%	1,4	1,4%	-33%
LI-20	LI-COTONE	3,6	3,6%	1,9	1,9%	-47%
ATM_ 03	Centralina "Via Zelli"	3,0	3,0%	1,6	1,6%	-47%
ATM_ 04	Centralina "FS"	1,9	1,9%	1,1	1,1%	-42%

I valori ottenuti in corrispondenza degli elementi sensibili e delle centraline di qualità dell'aria confermano quanto sopra indicato sia con riferimento alla scarsa significatività del contributo del Terminale FSRU alle concentrazioni di formaldeide in atmosfera già nell'assetto attuale, sia con riferimento al consistente miglioramento conseguibile nel passaggio dall'assetto attuale all'assetto futuro, con riduzione nei valori di ricaduta variabili un minimo del 20% al recettore No. 26 (Asilo Nido "La Tribù degli Gnomi") e un massimo del 64% al recettore No. 8 (Scuola Primaria Loc. Diaccioni).

4 CONCLUSIONI

Nel presente documento è stata presa in esame la stima delle ricadute emissive di formaldeide associate all'esercizio del Terminale FSRU nei due seguenti scenari:

- ✓ Scenario attuale: scenario emissivo rappresentativo del funzionamento del Terminale FSRU in condizioni di regolare esercizio nel periodo di riferimento Luglio 2023 – Maggio 2024; a partire da fine Settembre 2023 il motore E4 è stato dotato di un catalizzatore sperimentale per il contenimento delle emissioni, mentre i motori E1, E2 ed E3 sono senza catalizzatore;
- ✓ Scenario futuro: scenario emissivo rappresentativo del futuro funzionamento del Terminale FSRU in condizioni di regolare esercizio, nel quale si prevede l'installazione nel mese di luglio 2024 del catalizzatore anche sui restanti tre camini con riferimento ai motori E1, E2 ed E3.

I risultati descritti nel capitolo precedente evidenziano come per entrambi gli scenari le ricadute al suolo sono risultate sempre ampiamente al di sotto del valore guida OMS pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori in corrispondenza dei recettori sensibili ricompresi in un range tra l'1,0% e il 3,1% ($1,0 - 3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) del suddetto valore OMS nell'assetto attuale, scendendo a valori ricompresi tra lo 0,6% e l'1,7% ($0,6 - 1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nell'assetto futuro.

Nel punto di massima ricaduta si ottiene un valore pari a $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (7% del valore guida) nell'assetto attuale, che scende a circa $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (4% del valore guida) nell'assetto futuro; i picchi di ricaduta non interessano, se non marginalmente, gli elementi sensibili identificati all'interno dell'area urbana di Piombino, concentrandosi prevalentemente sul promontorio a nord-ovest del territorio comunale, in particolar modo nello scenario emissivo rappresentativo dell'assetto futuro.

Più in generale, si sottolinea nuovamente che passando dall'assetto attuale all'assetto futuro (con specifica applicazione dei catalizzatori di ossidazione individuata dal Gestore, che rappresenta attualmente la migliore tecnologia applicabile per i motori di bordo del terminale FSRU) si assiste ad un sensibile miglioramento nei livelli di ricaduta attesi di formaldeide per quanto, come sopra indicato, già nell'assetto attuale le ricadute siano ampiamente inferiori al valore guida suggerito dall'OMS. In particolare, in corrispondenza dei recettori sensibili nel passaggio dall'assetto attuale all'assetto futuro si osserva una riduzione nei valori di ricaduta variabili tra un minimo del 20% al recettore No. 26 (Asilo Nido "La Tribù degli Gnomi") e un massimo del 64% al recettore No. 8 (Scuola Primaria Loc. Diaccioni).

REFERENZE

Scire et al. (2011). *CALPUFF Modelling 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.

World Health Organization. (2000). *Air quality guidelines for Europe, 2nd edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91.*



RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.