

	PROGETTISTA	RINA	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 1 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

EMERGENZA GAS

Incremento di capacità di rigassificazione (DL 17 Maggio 2022, n. 50)

FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

**OTTEMPERANZA ALLE RICHIESTE DI ISPRA RELATIVE AGLI ASPETTI
AMBIENTALI ALLEGATE AL PARERE FAVOREVOLE DEL MITE
Prot. mise.AOO_ENE.REGISTRO UFFICALE.U.0033236.11-10-2022**

**Valutazione degli effetti cumulativi relativi all'esercizio dell'opera
rispetto al quadro emissivo complessivo**

CUP E63F22000090007

0	EMISSIONE PER ENTI	R. Roberto	L. Volpi	M. Compagnino	Gennaio 2025
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 2 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

INDICE

LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
1 INTRODUZIONE.....	4
2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI CUMULATIVI.....	5
2.1 CUMULATO DELLE RICADUTE MEDIE ANNUE	6
2.1.1 <i>NO₂: concentrazioni medie del periodo 2016-2023</i>	<i>7</i>
2.1.2 <i>PM10: concentrazioni medie del periodo 2016-2023</i>	<i>13</i>
2.1.3 <i>PM2.5: concentrazioni medie del periodo 2016-2023</i>	<i>19</i>
2.1.4 <i>Sovrapposizione della FSRU in esercizio ai valori di fondo</i>	<i>25</i>
2.2 CUMULATO DELLE RICADUTE ORARIE	27
3 CONCLUSIONI.....	32
REFERENZE.....	33

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 3 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 2.1:	Cumulato dell'iniziativa ai valori di fondo presso le stazioni di misura della qualità dell'aria – 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO ₂ (valore limite: 200 µg/m ³)	30
Tabella 2.2:	Cumulato dell'iniziativa ai valori di fondo presso le stazioni di misura della qualità dell'aria – 99,7° percentile delle concentrazioni orarie di SO ₂ (valore limite: 350 µg/m ³)	30

LISTA DELLE FIGURE

Figura 2.1:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO ₂ 2016 e 2017	8
Figura 2.2:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO ₂ 2018 e 2019	9
Figura 2.3:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO ₂ 2020 e 2021	10
Figura 2.4:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO ₂ 2022 e 2023	11
Figura 2.5:	NO ₂ : media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)	12
Figura 2.6:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM ₁₀ 2016 e 2017	14
Figura 2.7:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM ₁₀ 2018 e 2019	15
Figura 2.8:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM ₁₀ 2020 e 2021	16
Figura 2.9:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM ₁₀ 2022 e 2023	17
Figura 2.10:	PM ₁₀ : media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)	18
Figura 2.11:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM _{2.5} 2016 e 2017	20
Figura 2.12:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM _{2.5} 2018 e 2019	21
Figura 2.13:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM _{2.5} 2020 e 2021	22
Figura 2.14:	Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM _{2.5} 2022 e 2023	23
Figura 2.15:	PM _{2.5} : media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)	24
Figura 2.16:	Sovrapposizione delle ricadute medie annue di NO ₂ associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)	25
Figura 2.17:	Sovrapposizione delle ricadute medie annue di PM ₁₀ associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)	26
Figura 2.18:	Sovrapposizione delle ricadute medie annue di PM _{2.5} associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)	27
Figura 2.19:	Ubicazione delle stazioni della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria ricadenti all'interno dell'area di studio	29

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 4 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art.5 del DL n.50 del 17 Maggio 2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, la Società Snam FSRU Italia, controllata al 100% da Snam S.p.A ("Snam"), in data 8 Luglio 2022 ha sottoposto l'istanza autorizzativa per l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) da ormeggiarsi in corrispondenza della piattaforma offshore esistente di Petra (Gruppo PIR) posta a circa 8,5 km a largo di Punta Marina (c.d. Progetto FSRU Ravenna) e delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente.

Tale iniziativa è stata approvata con Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio rilasciata dal Commissario straordinario di Governo della Regione Emilia-Romagna con Decreto n. 3 del 7 novembre 2022 ai sensi dell'art. 5 del D.L. 17 Maggio 2022 n. 50.

Successivamente al rilascio dell'Autorizzazione Unica, l'iniziativa è stata oggetto di ottimizzazioni progettuali emerse durante lo svolgimento dell'ingegneria di dettaglio, anch'esse approvate dal Commissario straordinario di Governo della Regione Emilia-Romagna con Decreto n. 1 del 6 Febbraio 2024 (Provvedimento di Variante all'autorizzazione unica ai sensi dell'art. 5, comma 2, D.L. 50/2022 e dell'art. 46 del D.L. 159/2007, "Ottimizzazioni al progetto - FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti": intervento strategico di pubblica utilità, indifferibile e urgente, finalizzato all'incremento della capacità di rigassificazione nazionale" proposto da Snam FSRU Italia S.r.l.).

Il presente documento è redatto per rispondere alla seguente richiesta formulata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), inclusa nella proposta ISPRA di revisione delle condizioni ambientali e del Piano di Monitoraggio Ambientale (Rif. DICA-0001856-A-22/01/2024- 4.8.2.8) ricompresa tra i pareri, autorizzazioni e atti comunque denominati riportati in Allegato 2 al provvedimento di variante:

Al fine di ottimizzare le misure di contenimento delle emissioni in fase di esercizio, predisporre preventivamente uno studio modellistico sulle ricadute in atmosfera che tenga conto sia del contributo emissivo dell'opera in progetto che del traffico e delle principali opere esistenti nell'area oggetto di studio al fine di valutare gli effetti cumulativi dell'opera in progetto rispetto al quadro emissivo complessivo

In ottemperanza a tale richiesta, nei capitoli successivi si riportano gli approfondimenti relativi a:

- Metodologia adottata per procedere alla valutazione degli effetti cumulativi associati alla sovrapposizione dell'opera in fase di esercizio rispetto al quadro emissivo complessivo rappresentativo dell'area oggetto di studio;
- Contestuale descrizione dei risultati delle valutazioni effettuate secondo la sopra citata metodologia di analisi;
- Considerazioni conclusive, con indicazioni sull'eventuale necessità di prevedere delle misure per contenere ulteriormente le emissioni in fase di esercizio alla luce dei risultati ottenuti.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITÀ	RAVENNA (RA)	NQ/R22199	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	REL-AMB-E-09104	Pag. 5 di 33 Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI CUMULATIVI

La valutazione degli effetti cumulativi è stata effettuata a partire dai risultati ottenuti dallo studio modellistico delle ricadute in atmosfera condotto per l'iniziativa. Nello specifico, sono stati considerati i risultati delle simulazioni relative all'esercizio della FSRU descritte nel documento "Addendum allo Studio Modellistico delle Ricadute in Atmosfera in Fase di Esercizio" (Rif. REL-AMB-E-09087_r0, Settembre 2023), cui si rimanda integralmente per la descrizione della configurazione di progetto autorizzata e considerata ai fini delle valutazioni modellistiche. Si ricorda che, ai fini modellistici, sono stati considerati i due seguenti scenari emissivi:

- Scenario emissivo massimo, simulato considerando la configurazione di esercizio giornaliera più impattante, al fine di poter effettuare un confronto con i valori limite di media oraria e giornaliera stabiliti dalla normativa. Tale scenario considera la sovrapposizione delle emissioni generate dai No. 2 motori della FSRU (funzionamento in continuo e costante) alle attività di avvicinamento, accosto, scarico, disormeggio e allontanamento di una metaniera avente capacità di stoccaggio paragonabile a quella della FSRU. Vengono inoltre considerate le emissioni di No. 4 rimorchiatori operativi durante le fasi di avvicinamento, accosto, disormeggio e allontanamento della metaniera. Tale scenario emissivo ipotizza cautelativamente 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 dal punto di vista della dispersione degli inquinanti emessi;
- Scenario emissivo medio annuo, ottenuto a partire dal precedente scenario massimo, considerando che a livello annuale è previsto l'approdo di una metaniera circa ogni 5/7 giorni (considerati circa 73 all'anno).

Si ricorda che, in entrambi gli scenari emissivi, sono state considerate anche le emissioni associate al funzionamento di un sistema di riscaldamento parziale dell'acqua di mare prelevata dalla FSRU per il processo di vaporizzazione, previsto nel caso in cui la temperatura dell'acqua del mare scenda al di sotto dei 14 °C. Con approccio conservativo ai soli fini modellistici, è stato assunto il funzionamento del sistema di riscaldamento in continuo al 100% del carico, per un periodo della durata di 7 mesi da Ottobre ad Aprile.

A fini della valutazione degli effetti cumulativi, sono state seguite le due seguenti diverse modalità di analisi, applicate rispettivamente ai sopra citati scenari emissivi medio annuo e scenario emissivo massimo:

- **Cumulato delle ricadute medie annue:** sovrapposizione tra la stima delle ricadute medie annue di NO_x (valutati come NO₂), PM₁₀ e PM_{2.5}, ottenute nel suddetto scenario emissivo medio annuo, con le relative mappe del modello fotochimico regionale "Network dell'Italia del Nord per previsioni di smog Fotochimico e Aerosol" (NINFA, Sito Web), operativo presso ARPAE. In particolare, sono stati considerati gli output del modello fotochimico rintracciabili in rete per il periodo 2016-2023 (ARPAE – Concentrazioni di fondo, Sito Web);
- **Cumulato delle ricadute orarie:** sovrapposizione a livello puntuale delle ricadute orarie di NO_x (valutati come NO₂) e SO₂ stimate nel suddetto scenario emissivo massimo con i dati

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 6 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

orari registrati nell'ultimo triennio (2021-2023) dalle seguenti stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria ubicate all'interno dell'area di studio:

- Caorle (rete ARPAE);
- Porto San Vitale (rete ARPAE);
- Germani (rete privata RSI);
- Marina di Ravenna / Marina di Ravenna 2 (rete privata RSI).

La stazione di Marina di Ravenna 2, facente parte della rete privata RSI, risulta in esercizio dal 18 Gennaio 2022 in sostituzione della stazione di Marina di Ravenna, come si evince dal "Protocollo d'intesa fra il Comune di Ravenna, Confindustria Romagna e le aziende dell'area industriale di Ravenna per la gestione della rete di monitoraggio privata della qualità dell'aria – Periodo di validità: 01/01/2023 – 31/12/2025" (EMAS Ravenna – Protocollo d'intesa, Sito Web). Ai fini della presente valutazione, sono stati considerati i dati della stazione "Marina di Ravenna" per il 2021, quelli della stazione "Marina di Ravenna 2" per il 2022 e il 2023.

Si precisa che i dati orari delle sopra citate centraline sono stati ottenuti dal dataset open-data di ARPAE (ARPAE – Rete di monitoraggio, Sito Web) per la stazione "Caorle", mentre sono stati forniti direttamente da ARPAE su espressa richiesta per le restanti centraline.

La scelta di prendere come riferimento le concentrazioni orarie di NO_x e SO₂ trova ragione nei risultati modellistici dello scenario emissivo massimo, in quanto indici per cui l'esito della stima delle ricadute associate all'esercizio della FSRU mostra una percentuale di incidenza maggiore rispetto ai valori limite di qualità dell'aria applicabili ai sensi della normativa vigente.

Nei seguenti paragrafi si riportano maggiori dettagli sulle modalità di valutazione degli effetti cumulativi appena indicate e vengono quindi illustrati i risultati ottenuti.

2.1 Cumulato delle ricadute medie annue

Come da anticipazioni del precedente paragrafo, ai fini della valutazione degli effetti cumulativi associati alle ricadute medie annue dell'opera in sovrapposizione a dati rappresentativi dell'attuale quadro emissivo nell'area di studio, sono stati analizzati gli output del modello fotochimico NINFA attivo presso ARPAE.

NINFA si basa sulla versione regionale del modello di trasporto chimico CHIMERE (CHIMERE, Sito Web), abbinato al modello meteorologico COSMO (COSMO, Sito Web). Le concentrazioni di inquinanti ai bordi del dominio di simulazione sono fornite dal modello a scala nazionale KAIROS (KAIROS, Sito Web).

L'input emissivo viene predisposto a partire dagli inventari a diversa scala spaziale: a livello regionale dall'inventario delle emissioni INEMAR (INEMAR, Sito Web), a livello nazionale dall'inventario nazionale Ispra (Ispra – Inventario nazionale, Sito Web).

Il sistema di valutazione di qualità dell'aria integra gli output di NINFA, tramite un sistema di post processamento statistico, con i dati osservati dalle stazioni di misura della Rete Regionale di Qualità dell'Aria (RRQA).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 7 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

Tale sistema fornisce le mappe regionali di concentrazione al suolo dei principali inquinanti: ozono (O₃), materiale particolato (PM10, PM2.5), biossido di azoto (NO₂).

Le mappe regionali, disponibili in rete per le annualità dal 2016 al 2023, sono rappresentative delle sole concentrazioni di fondo sulla terraferma e non intendono rappresentare i picchi di concentrazione nei pressi di sorgenti emissive localizzate. Le mappe hanno una risoluzione pari a 3 km, fatta eccezione per quelli del 2023 di risoluzione 1 km.

Al fine di sovrapporre i dati delle ricadute medie annue di NO_x (valutate come NO₂), PM10 e PM2.5, stimate nell'ambito dell'iniziativa in oggetto mediante l'applicazione del modello di dispersione Calpuff (Calpuff, Sito Web) con passo di modellazione pari a 250 m sulla terraferma, si è proceduto con:

- estrarre le mappe del modello fotochimico relative alle concentrazioni medie annue di NO₂, PM10 e PM2.5 per ciascuna annualità del periodo sopra indicato;
- a partire dalle suddette mappe annuali, mediante utilizzo di applicativo QGIS (QGIS, Sito Web), effettuare la stima delle concentrazioni medie dell'intero periodo 2016-2023 (con risoluzione pari a 3 km);
- sovrapporre i risultati delle modellazioni relative allo scenario medio annuo di esercizio della FSRU alle concentrazioni medie del periodo 2016-2023 così ricostruite, al fine di valutarne i potenziali effetti cumulativi associati all'esercizio della FSRU.

Di seguito si riporta la trattazione relativa alla ricostruzione delle mappe del modello fotochimico NINFA relative alla media del periodo 2016-2023, seguita dalla valutazione degli effetti cumulativi associati all'esercizio della FSRU.

2.1.1 NO₂: concentrazioni medie del periodo 2016-2023

Nelle figure seguenti si riportano le mappe del modello fotochimico NINFA, estese all'intero territorio regionale, relative alle concentrazioni medie annue di NO₂ per ciascuna annualità del periodo 2016-2023, seguite dalla ricostruzione della media dell'intero periodo.

Le mappe evidenziano una generale tendenza al miglioramento in termini di concentrazioni medie annue di NO₂ sul territorio regionale già a partire dal 2018 e, in maniera più evidente, nelle annualità dal 2020 al 2023. Si osserva come i valori più elevati si verifichino sempre in corrispondenza delle aree a maggiore densità abitativa, nonostante l'evidente miglioramento registratosi negli ultimi anni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 8 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

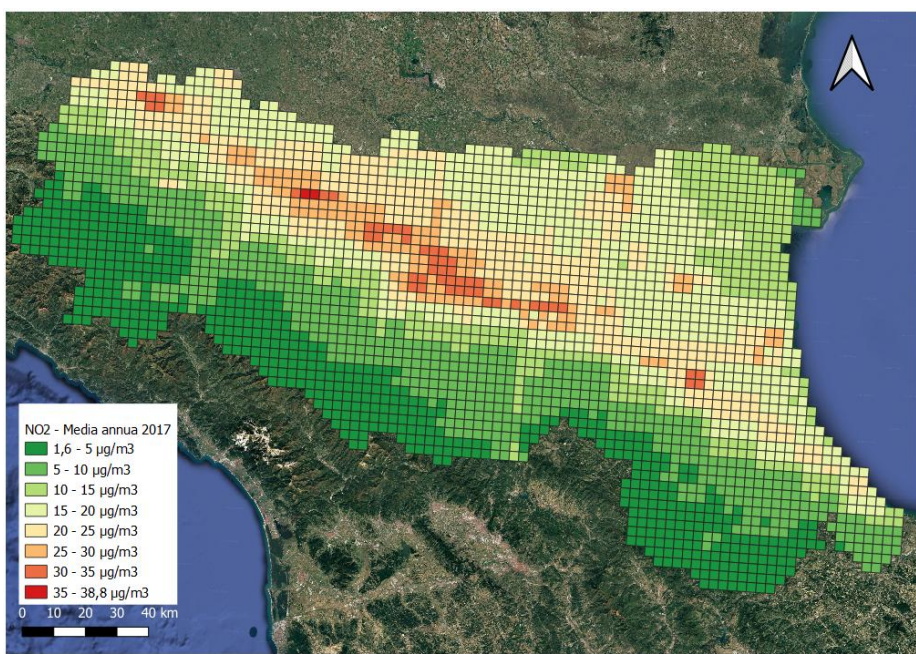
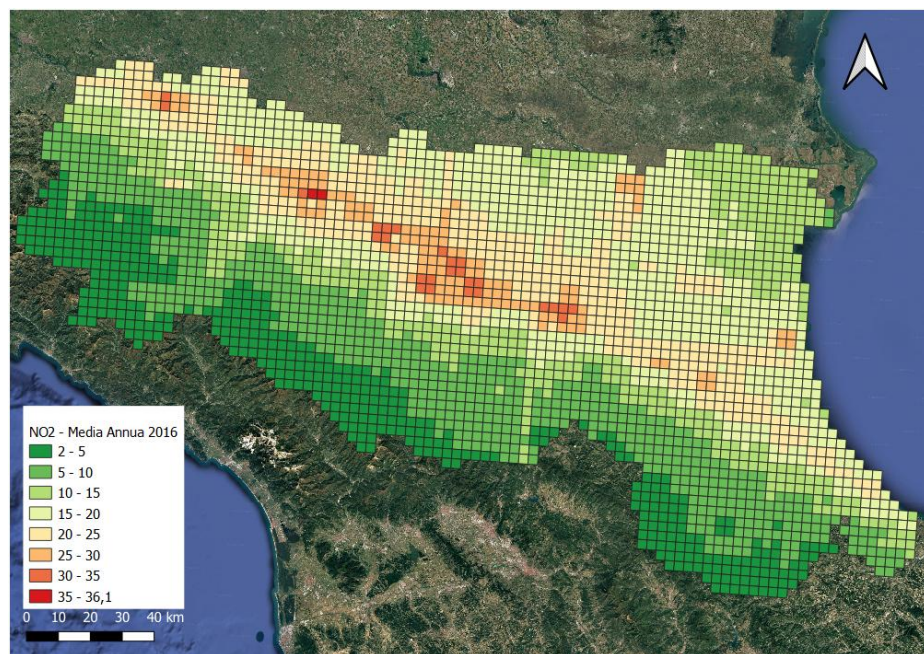


Figura 2.1: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO₂ 2016 e 2017

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 9 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

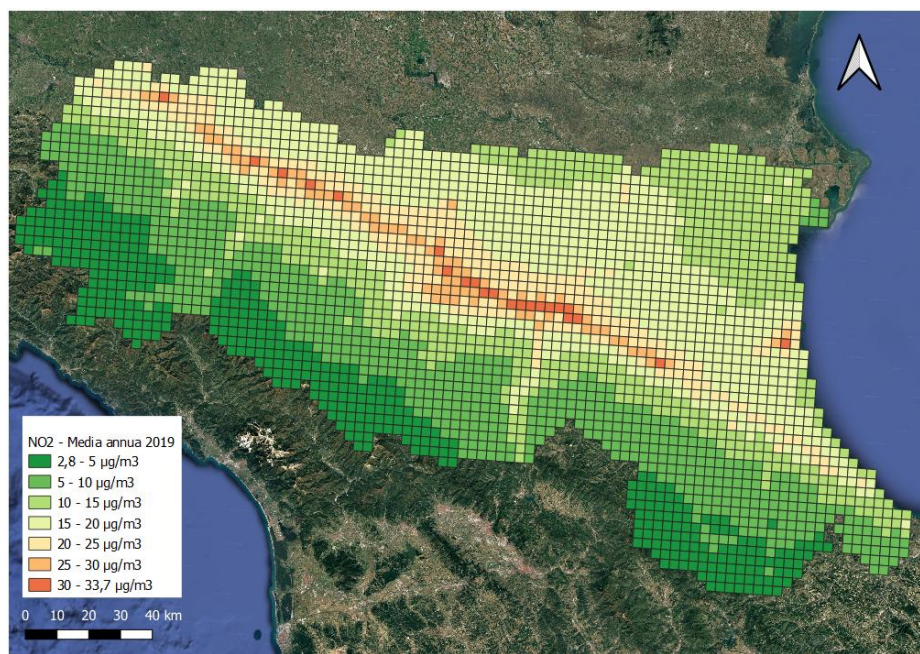
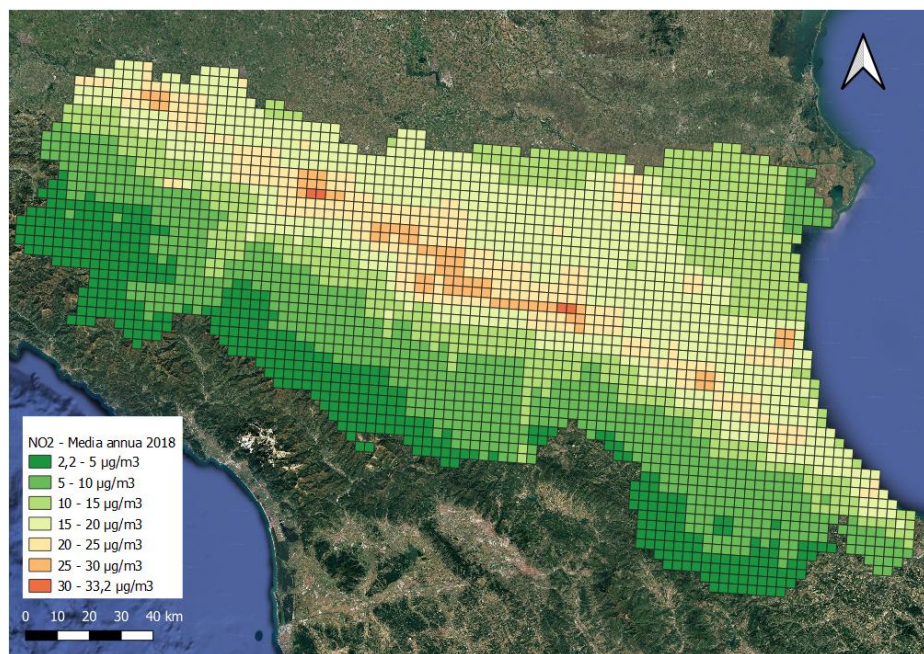


Figura 2.2: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO₂ 2018 e 2019

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 10 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

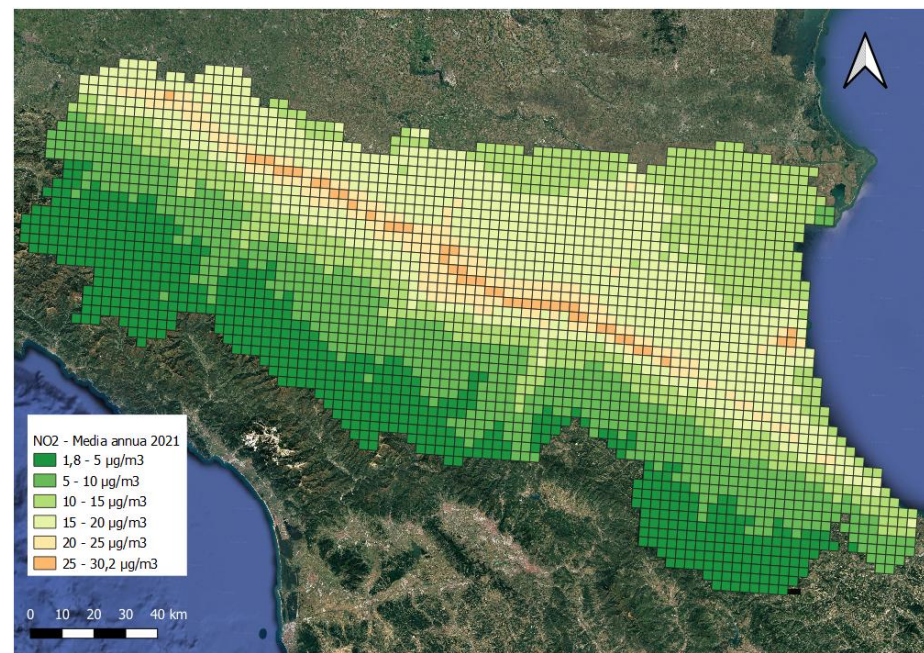
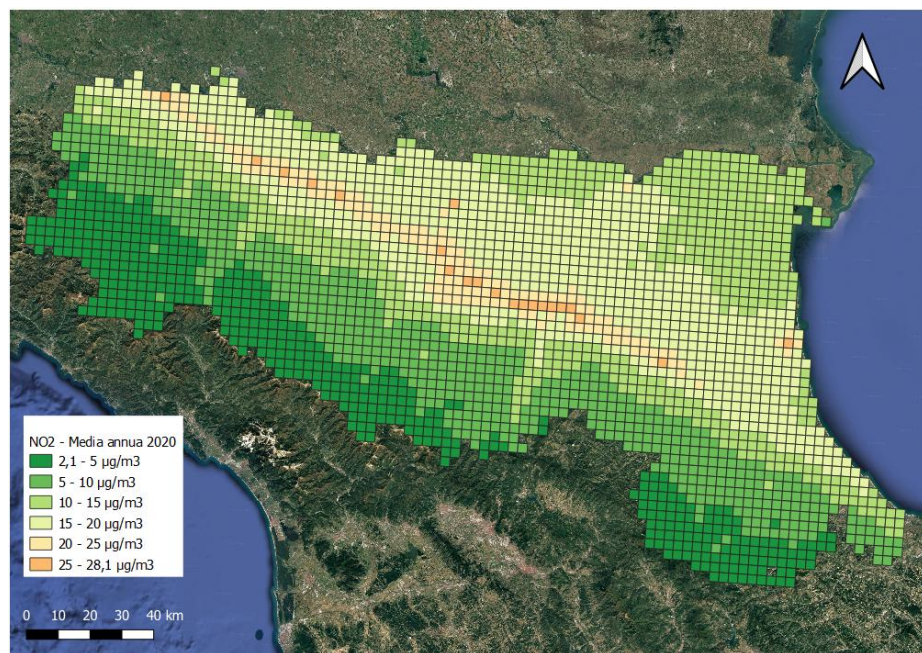


Figura 2.3: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO₂ 2020 e 2021

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 11 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

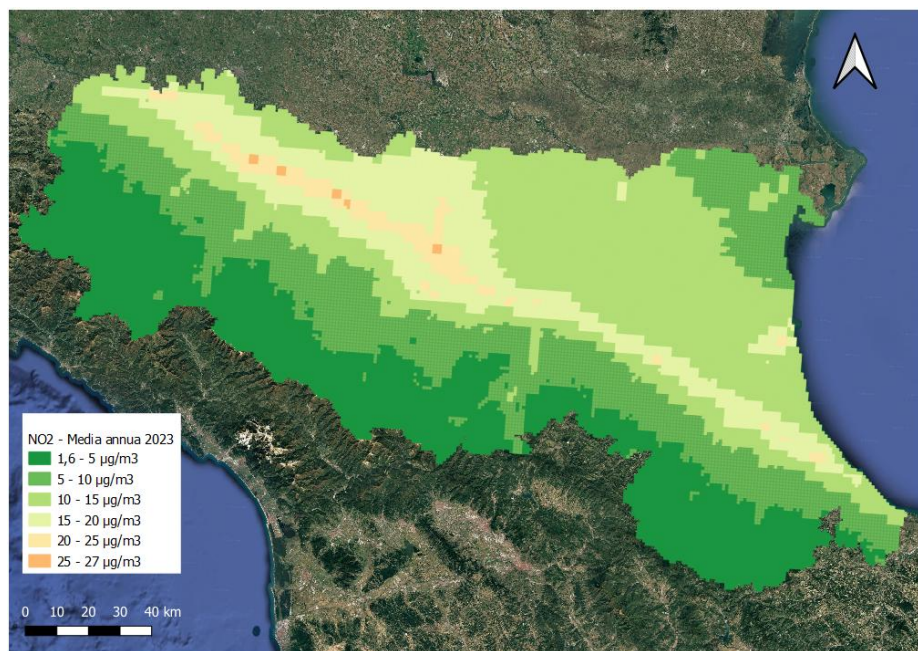
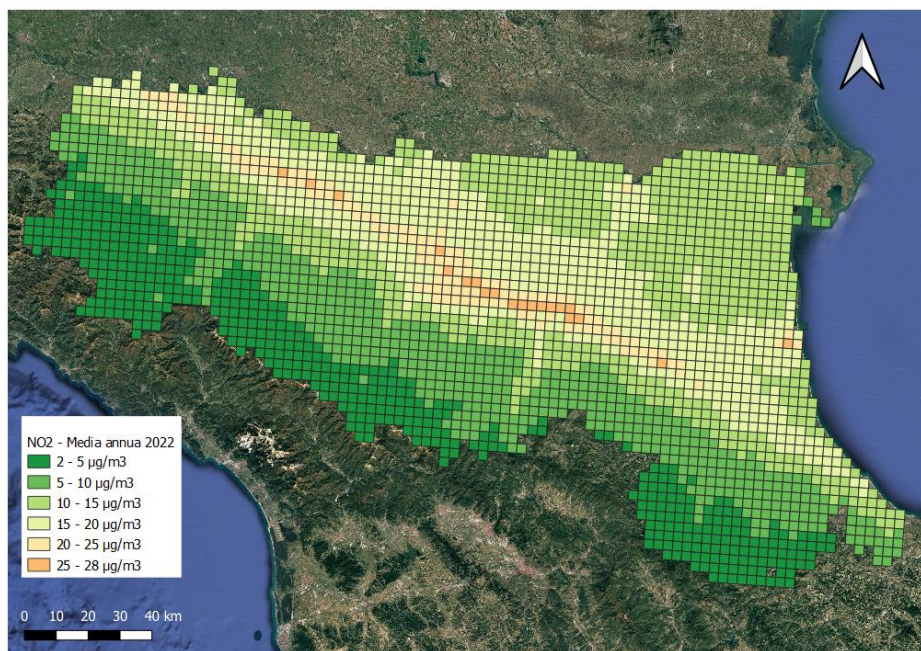


Figura 2.4: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di NO₂ 2022 e 2023

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 12 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

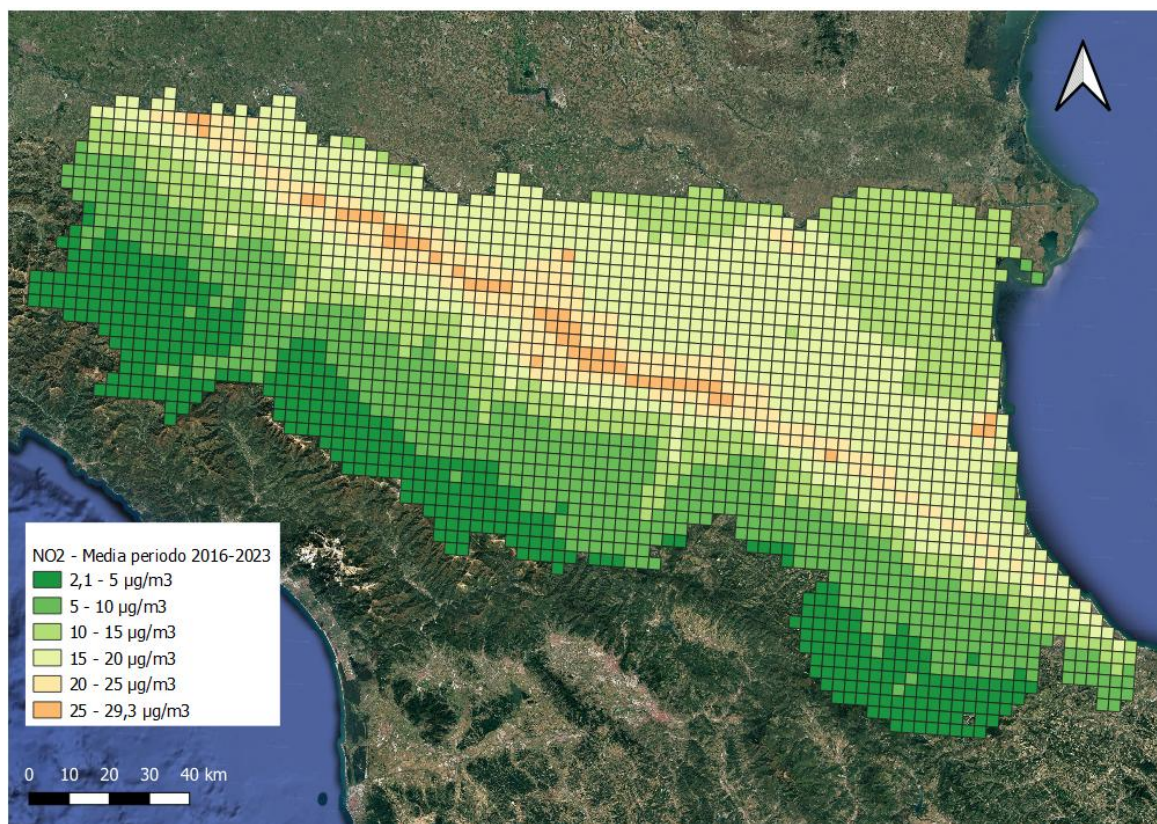


Figura 2.5: NO₂: media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 13 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

2.1.2 PM10: concentrazioni medie del periodo 2016-2023

Nelle figure seguenti si riportano le mappe del modello fotochimico NINFA, estese all'intero territorio regionale, relative alle concentrazioni medie annue di PM10 per ciascuna annualità del periodo 2016-2023, seguite dalla ricostruzione della media dell'intero periodo.

Tra le diverse annualità, si può osservare una discreta variabilità delle concentrazioni medie annue, con il 2017 e il 2023 che sono risultati rispettivamente l'anno peggiore e migliore dell'intero periodo 2016-2023. In ogni caso, a livello regionale, l'area di Ravenna non risulta quella caratterizzata dai più alti livelli di concentrazione, con valori che anche nell'anno peggiore del periodo 2016-2023 non hanno superato i $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite ex D.Lgs. 155/10 pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e che sono mediamente ricompresi tra 25 e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 14 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

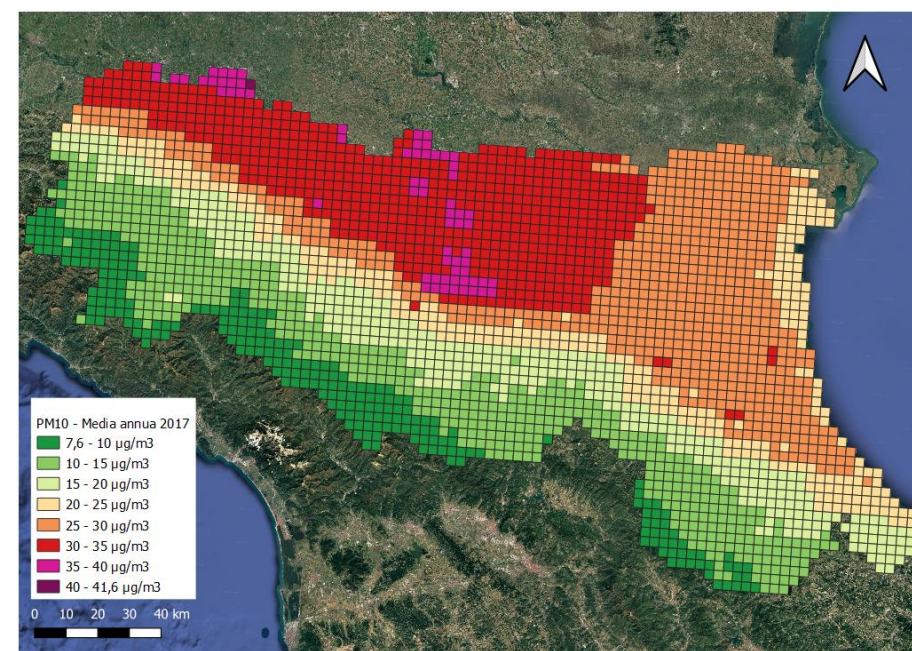
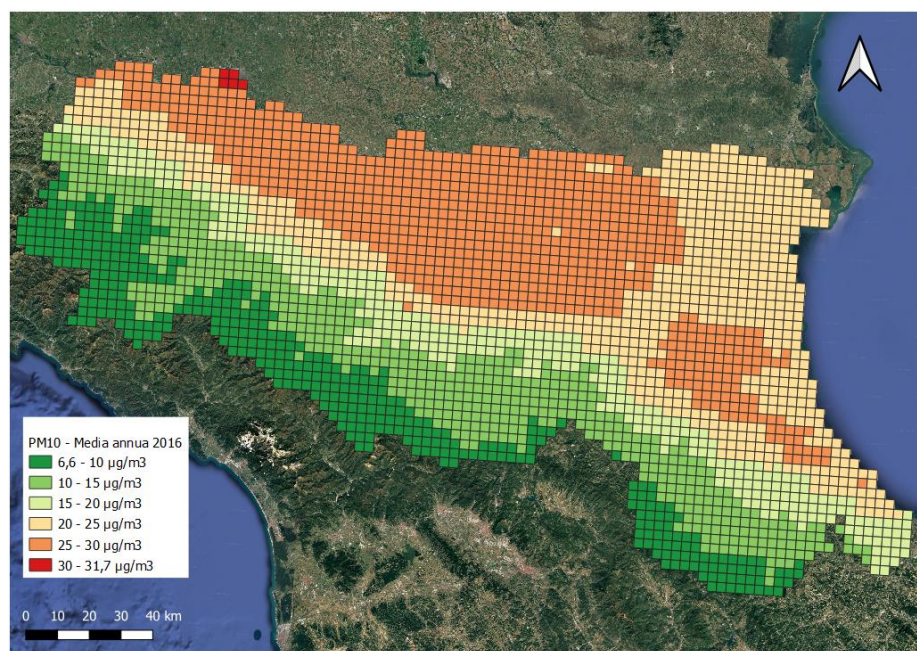


Figura 2.6: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM10 2016 e 2017

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 15 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

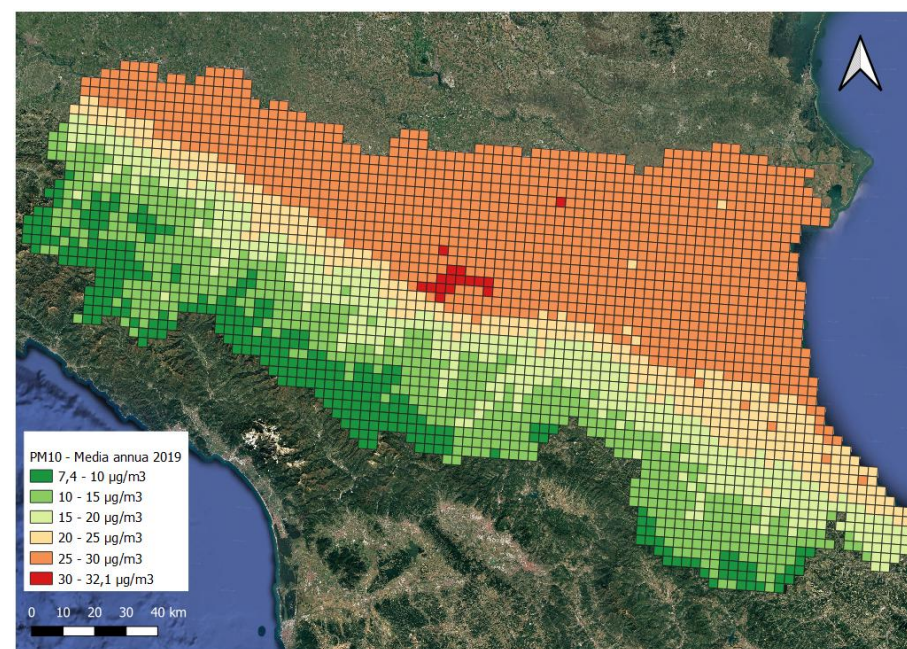
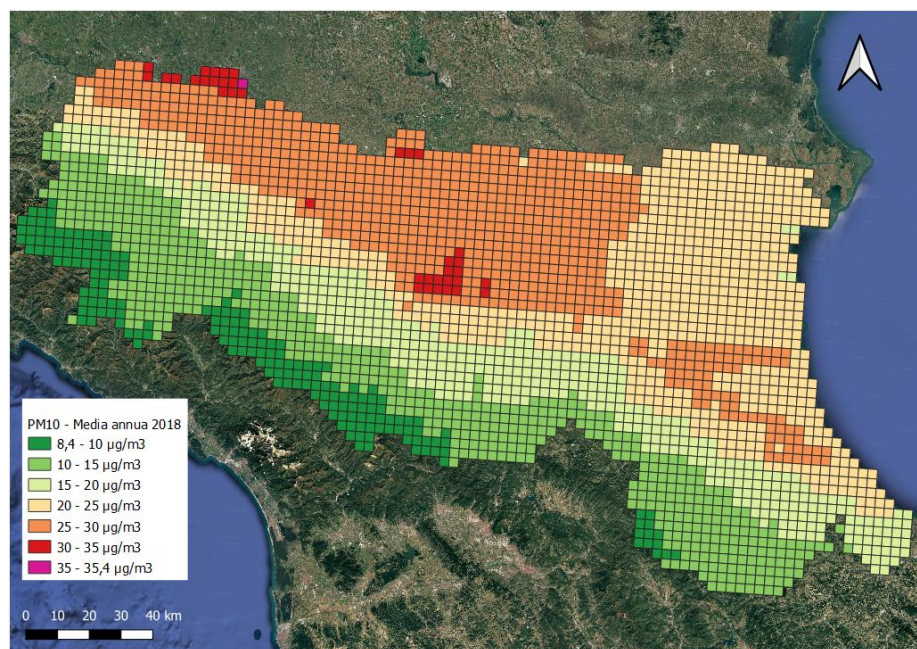


Figura 2.7: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM10 2018 e 2019

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 16 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

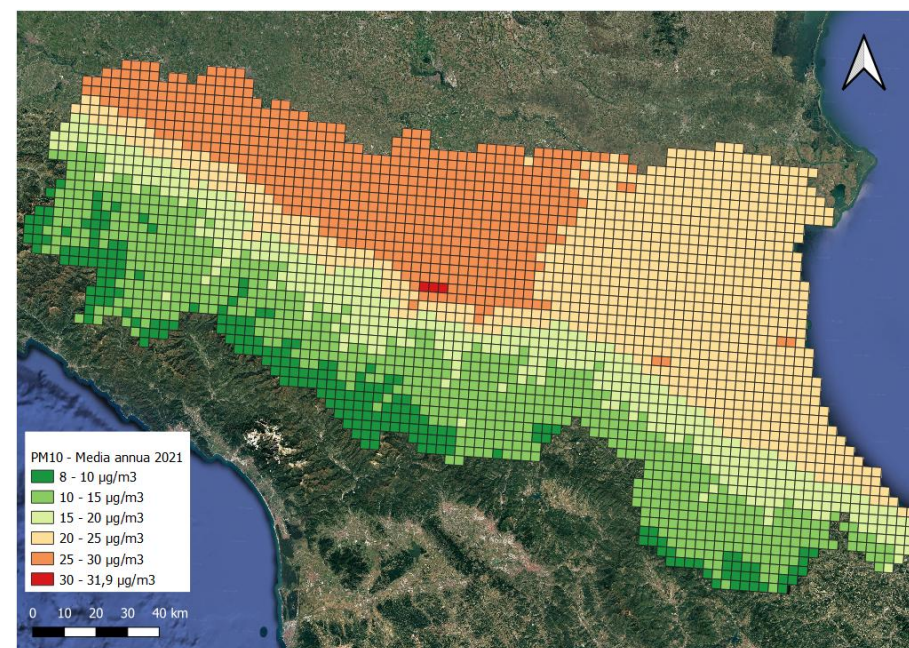
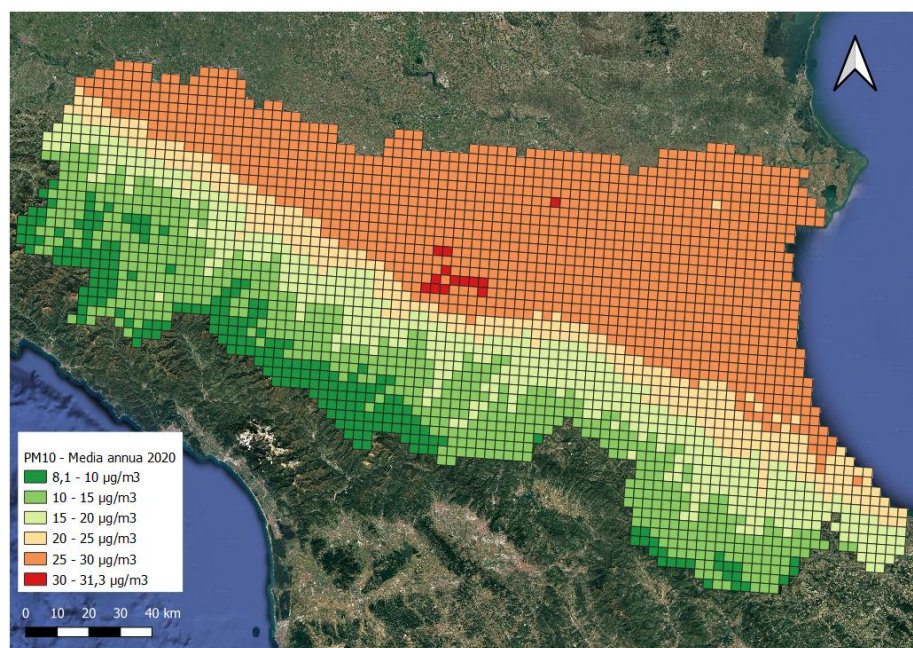


Figura 2.8: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM10 2020 e 2021

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 17 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

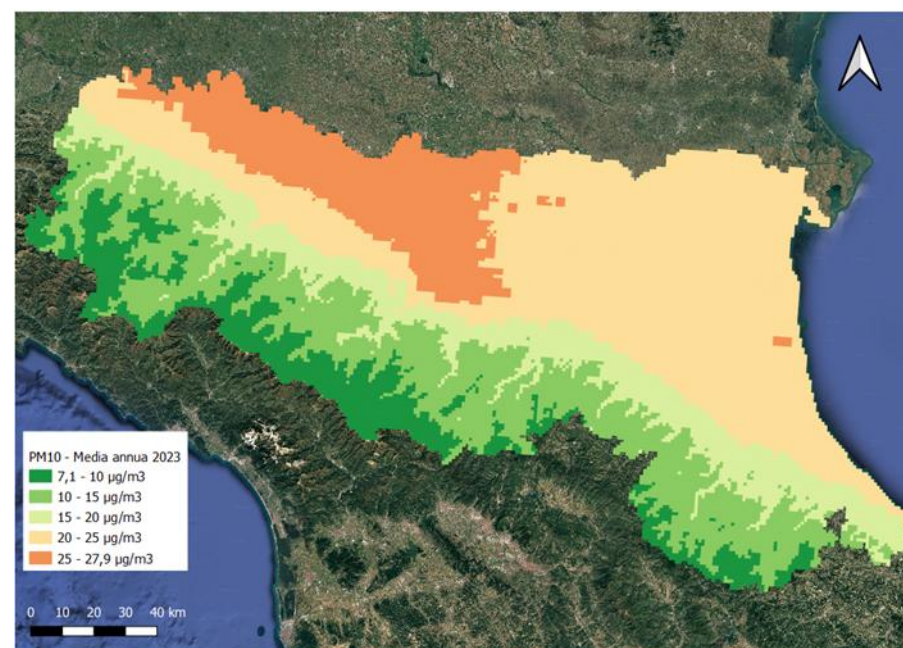
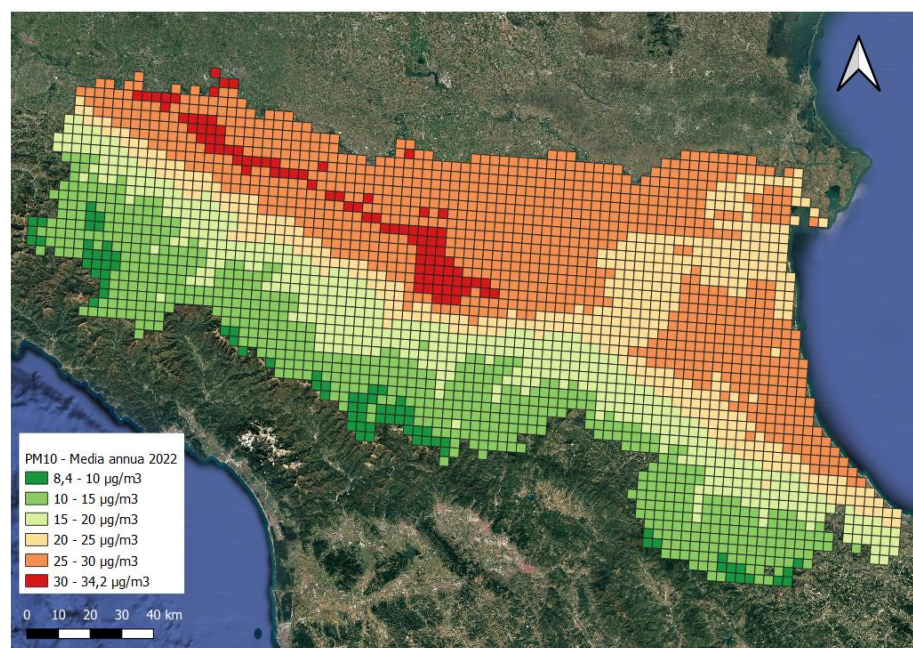


Figura 2.9: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM10 2022 e 2023

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 18 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

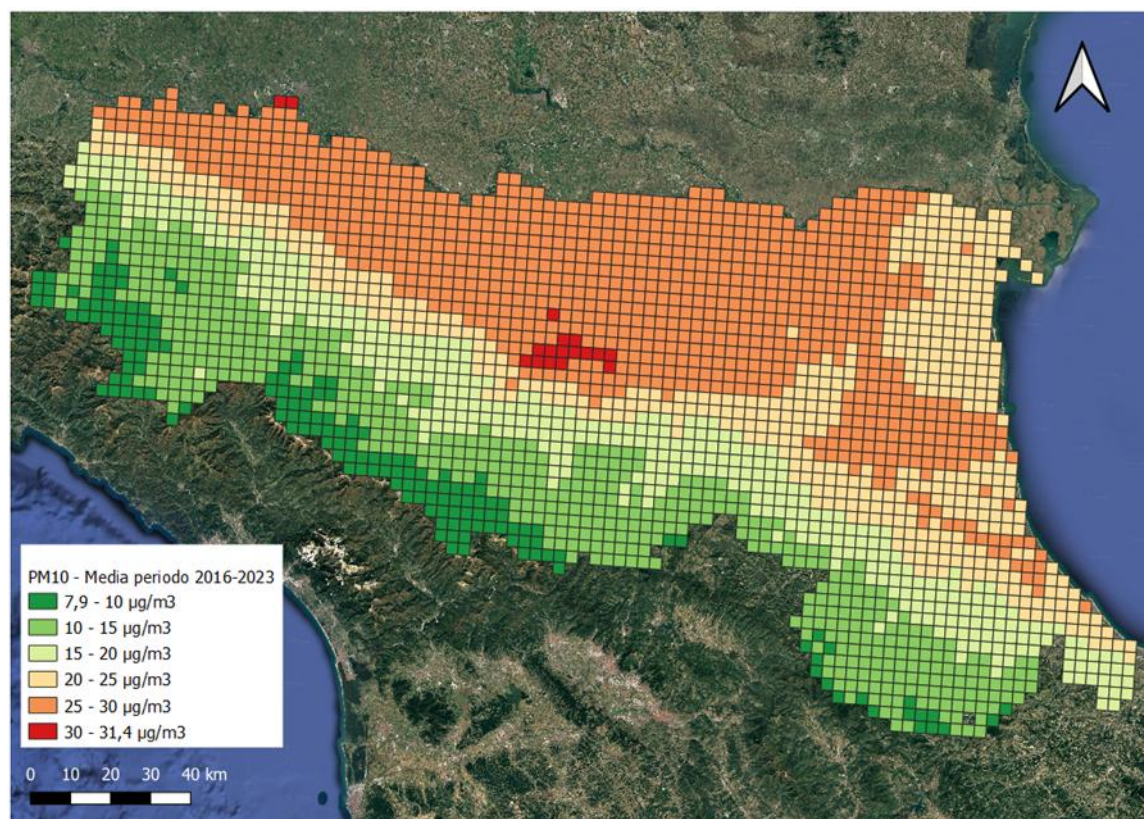


Figura 2.10: PM10: media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 19 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

2.1.3 PM2.5: concentrazioni medie del periodo 2016-2023

Nelle figure seguenti si riportano le mappe del modello fotochimico NINFA, estese all'intero territorio regionale, relative alle concentrazioni medie annue di PM2.5 per ciascuna annualità del periodo 2016-2023, seguite dalla ricostruzione della media dell'intero periodo.

Analogamente al PM10, anche per il PM2.5 si osserva una certa variabilità nelle concentrazioni medie tra le diverse annualità, con il 2017 e il 2023 che sono risultati rispettivamente l'anno peggiore e migliore del periodo 2016-2023.

Nell'area di Ravenna le concentrazioni medie annue di PM2.5 sono sempre risultate conformi al valore limite di 25 µg/m³, con una media del periodo 2016-2023 ricompresa tra 15 e 20 µg/m³ (tra 20 e 25 µg/m³ nel solo 2017).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 20 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

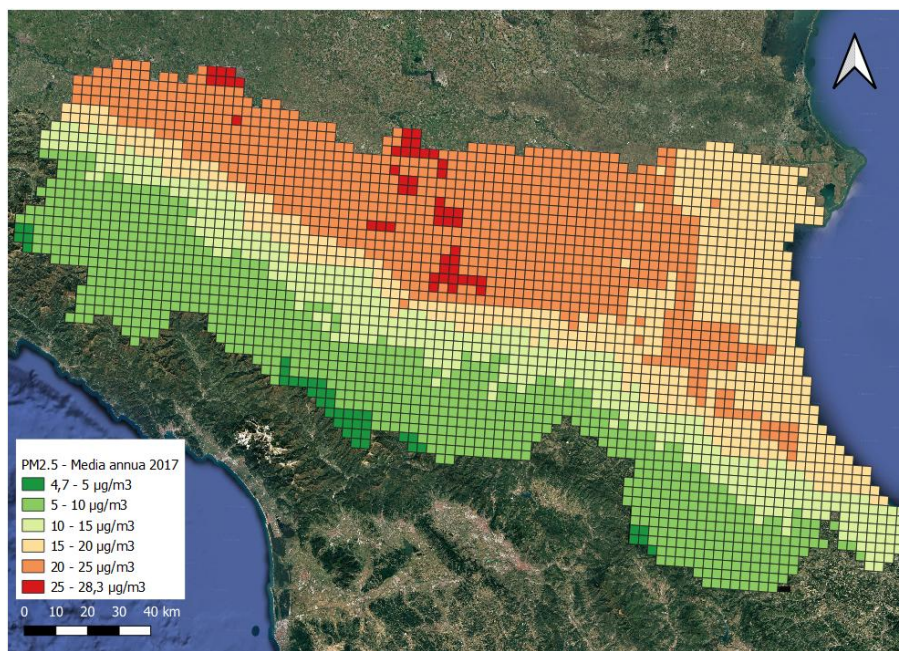
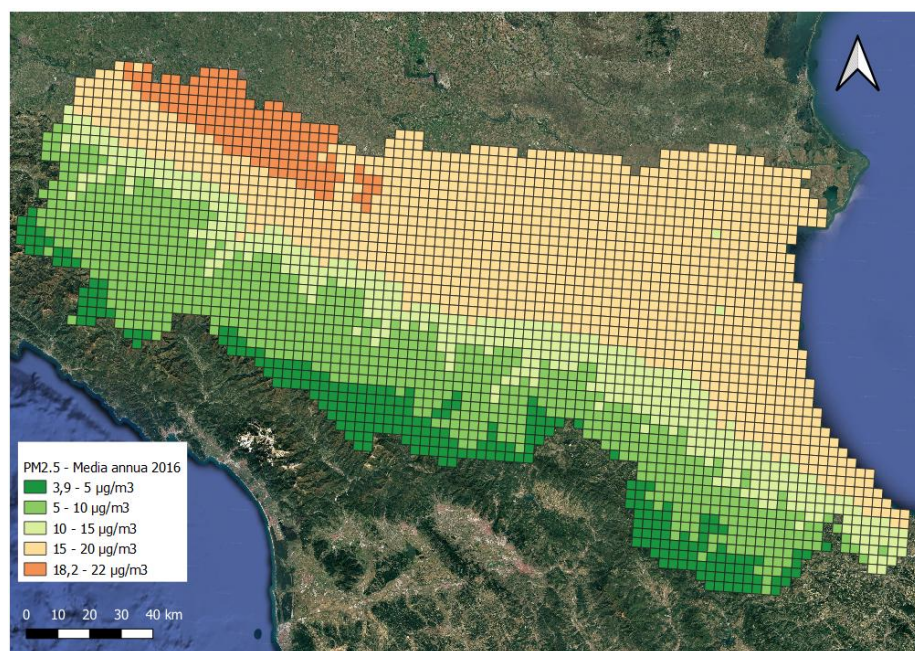


Figura 2.11: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM2.5 2016 e 2017

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 21 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

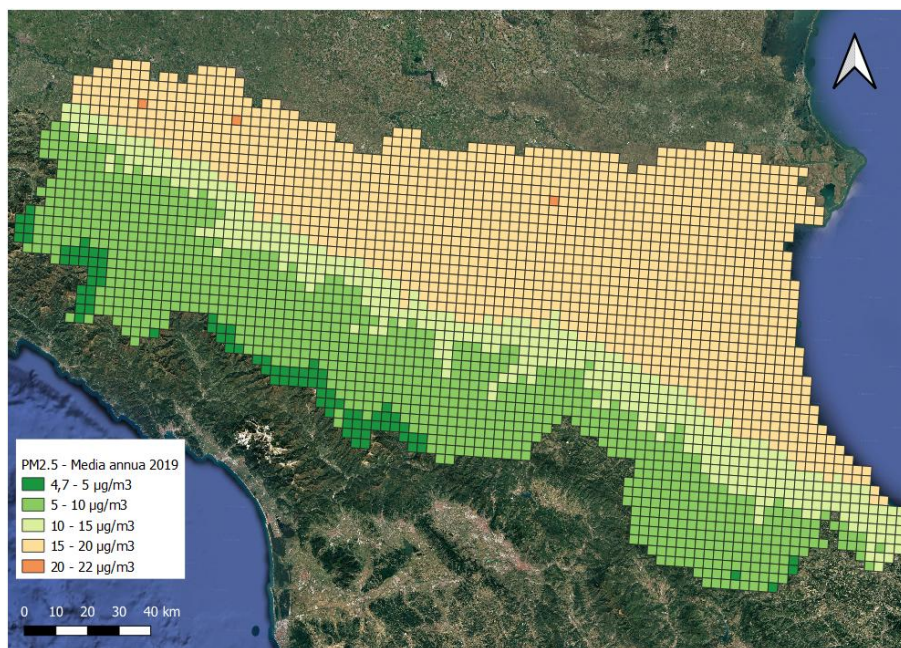
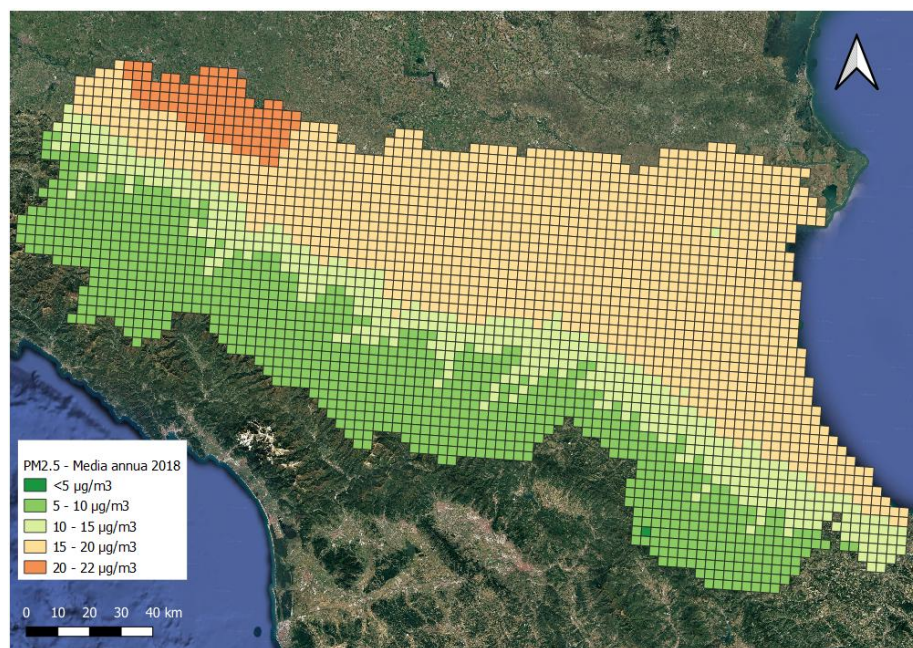


Figura 2.12: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM2.5 2018 e 2019

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 22 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

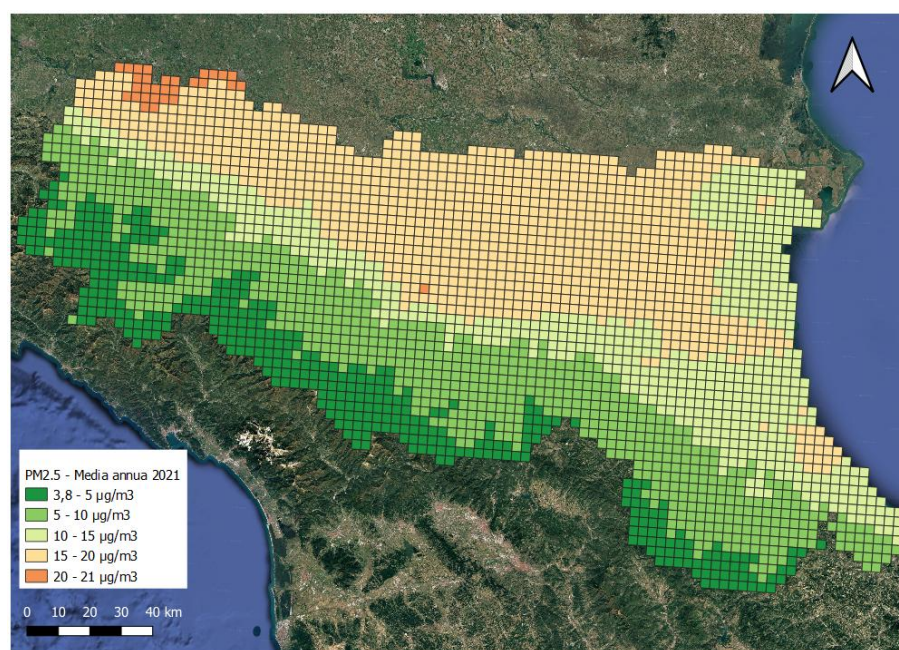
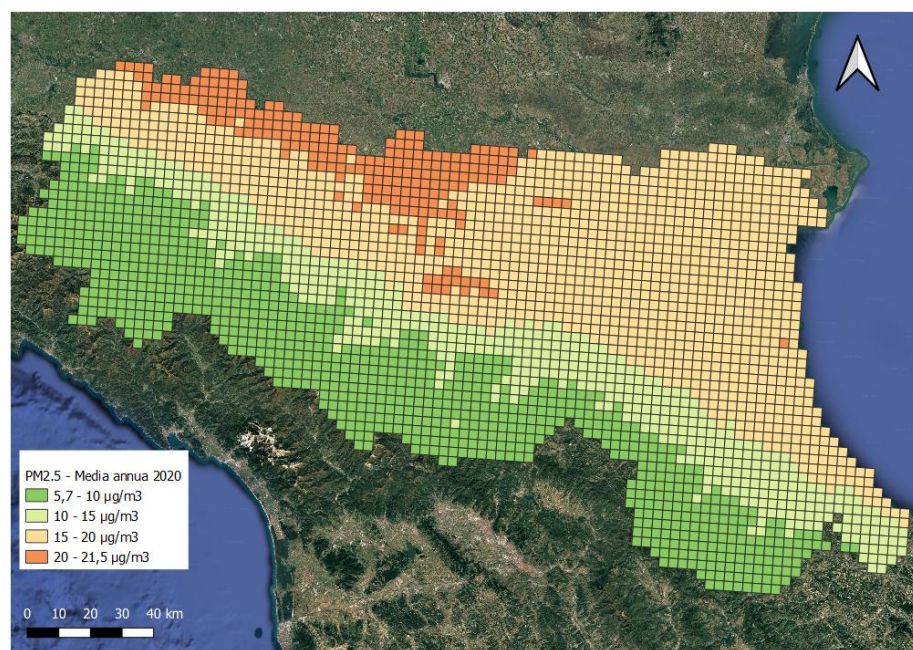


Figura 2.13: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM2.5 2020 e 2021

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 23 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

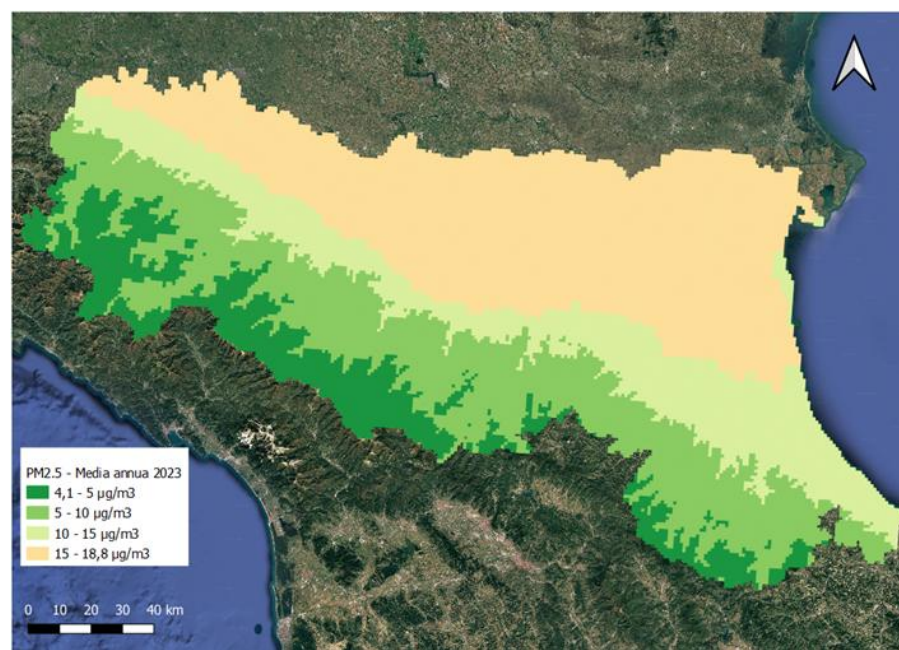
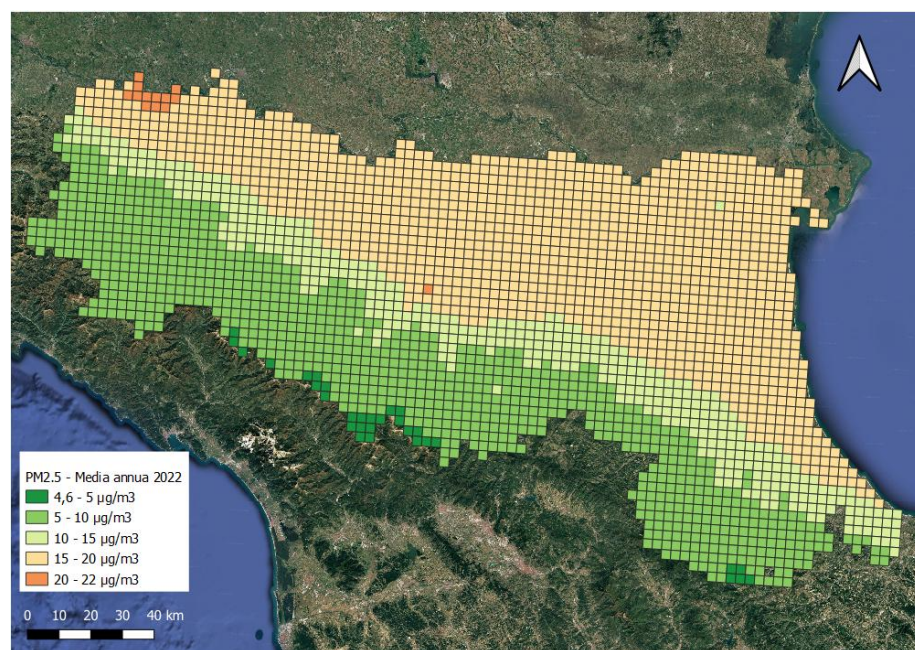


Figura 2.14: Modello fotochimico NINFA: concentrazioni medie annue di PM2.5 2022 e 2023

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 24 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

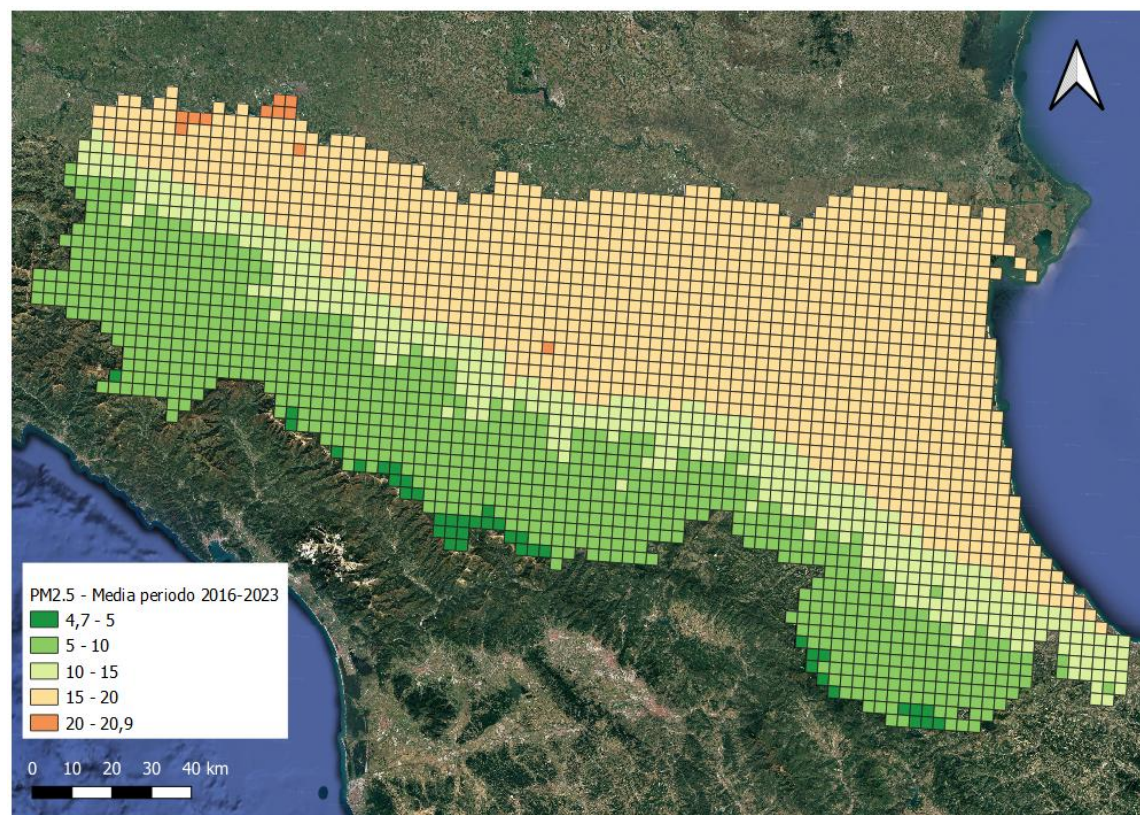


Figura 2.15: PM2.5: media dell'intero periodo 2016-2023 (elaborazione mappe annuali del modello fotochimico NINFA)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 25 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

2.1.4 Sovrapposizione della FSRU in esercizio ai valori di fondo

Nella figura seguente si riporta la sovrapposizione della stima delle ricadute medie annue di NO_x (valutate come NO₂) associate all'esercizio della FSRU alle concentrazioni di fondo di NO₂ calcolate come media del periodo 2016-2023 a partire dai dati del modello NINFA, in corrispondenza dell'area di studio considerata ai fini delle valutazioni modellistiche della presente iniziativa.

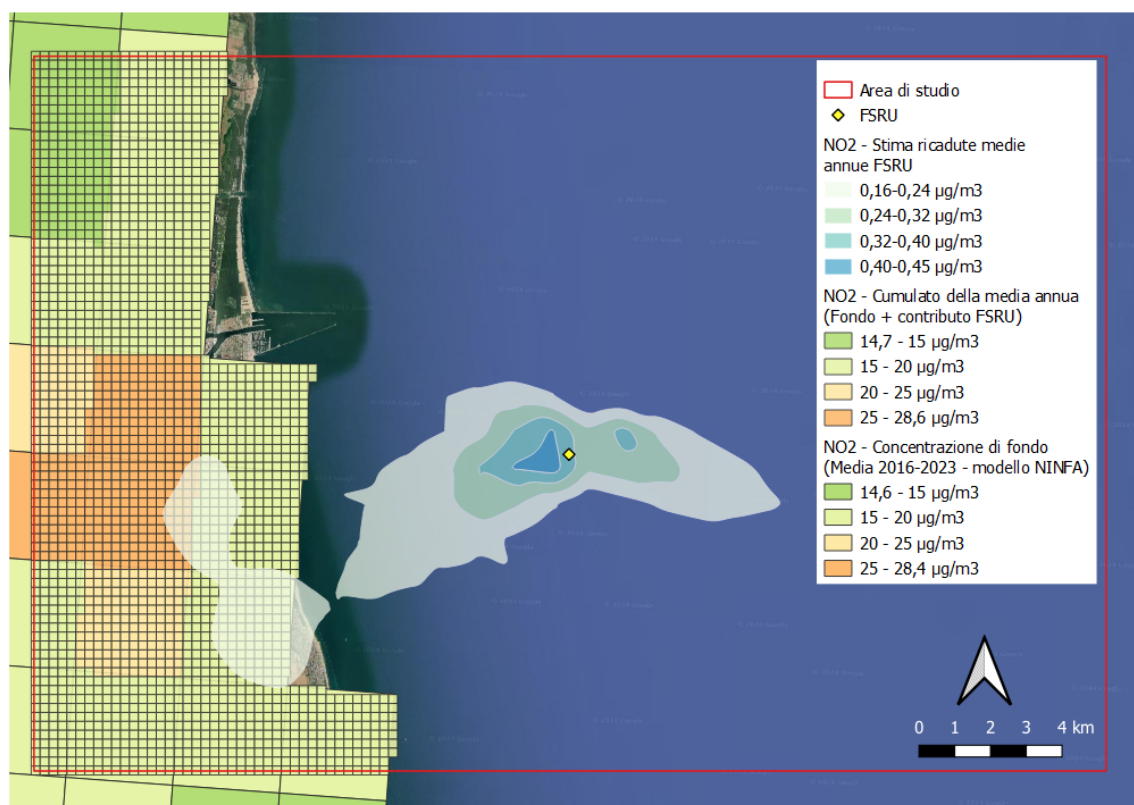


Figura 2.16: Sovrapposizione delle ricadute medie annue di NO₂ associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)

Come si può osservare, il contributo dell'iniziativa sulla terraferma appare sostanzialmente trascurabile rispetto ai valori rappresentativi del fondo, con una variazione pari a circa 0,2 µg/m³ in corrispondenza dell'area caratterizzata dai maggiori livelli di fondo. Pertanto, non si osservano variazioni significative dei valori di fondo, che a loro volta sono risultati sempre inferiori a 30 µg/m³ (come media del periodo 2016-2023) e in tal senso pienamente conformi al valore limite di 40 µg/m³ applicabile ai sensi del D.Lgs. 155/10.

Analogamente a quanto valutato per l'NO₂, di seguito è illustrata la sovrapposizione tra le ricadute medie annue di PM₁₀ associate all'esercizio della FSRU e le concentrazioni di fondo nell'area di studio valutate come media del periodo 2016-2023.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 26 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

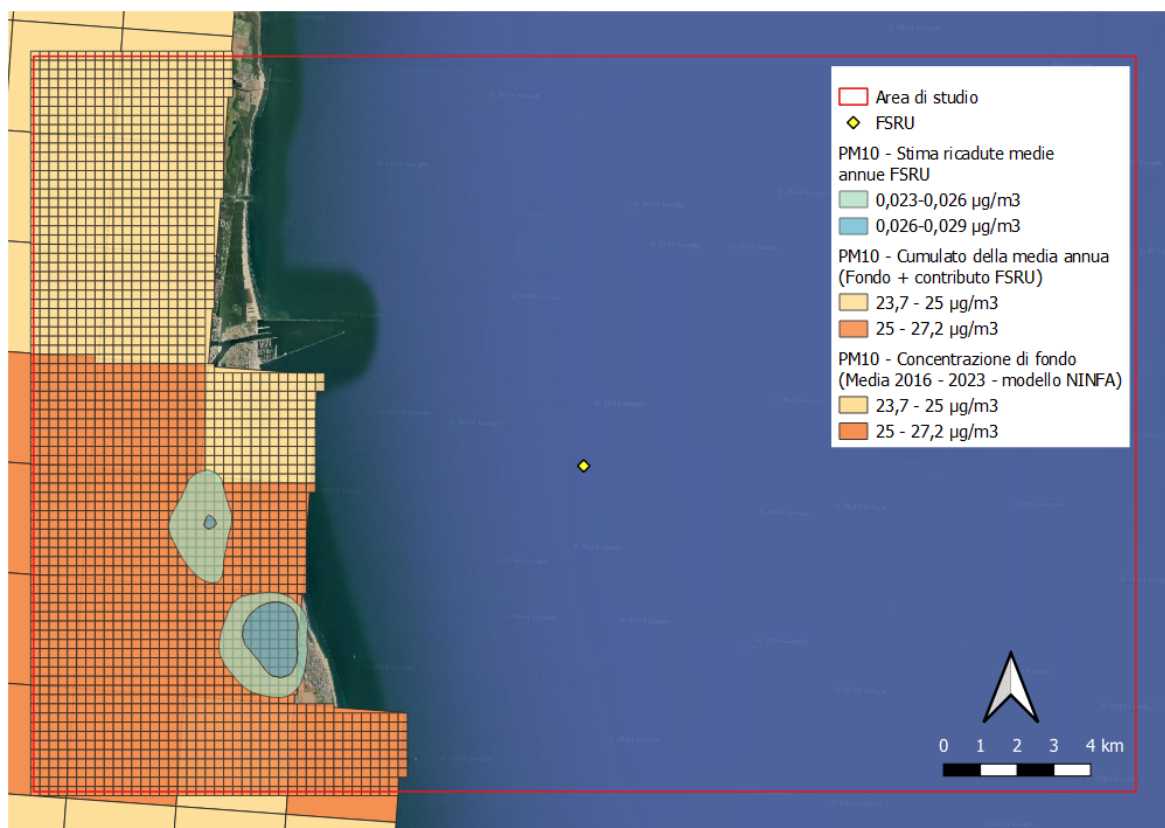


Figura 2.17: Sovrapposizione delle ricadute medie annue di PM10 associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)

In questo caso, si evidenzia la sostanziale trascurabilità del contributo della FSRU sulla terraferma, con ricadute medie annue di PM10 che risultano circa 3 ordini di grandezza inferiori ai valori di fondo e che quindi non appaiono tali da influire in maniera apprezzabile sulle attuali condizioni di qualità dell'aria, a loro volta inferiori al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ai sensi del D.Lgs. 155/10 su tutta l'area di studio.

Di seguito, infine, si riporta la sovrapposizione tra le ricadute medie annue di PM2.5 associate all'esercizio della FSRU e le concentrazioni di fondo nell'area di studio valutate come media del periodo 2016-2023.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 27 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

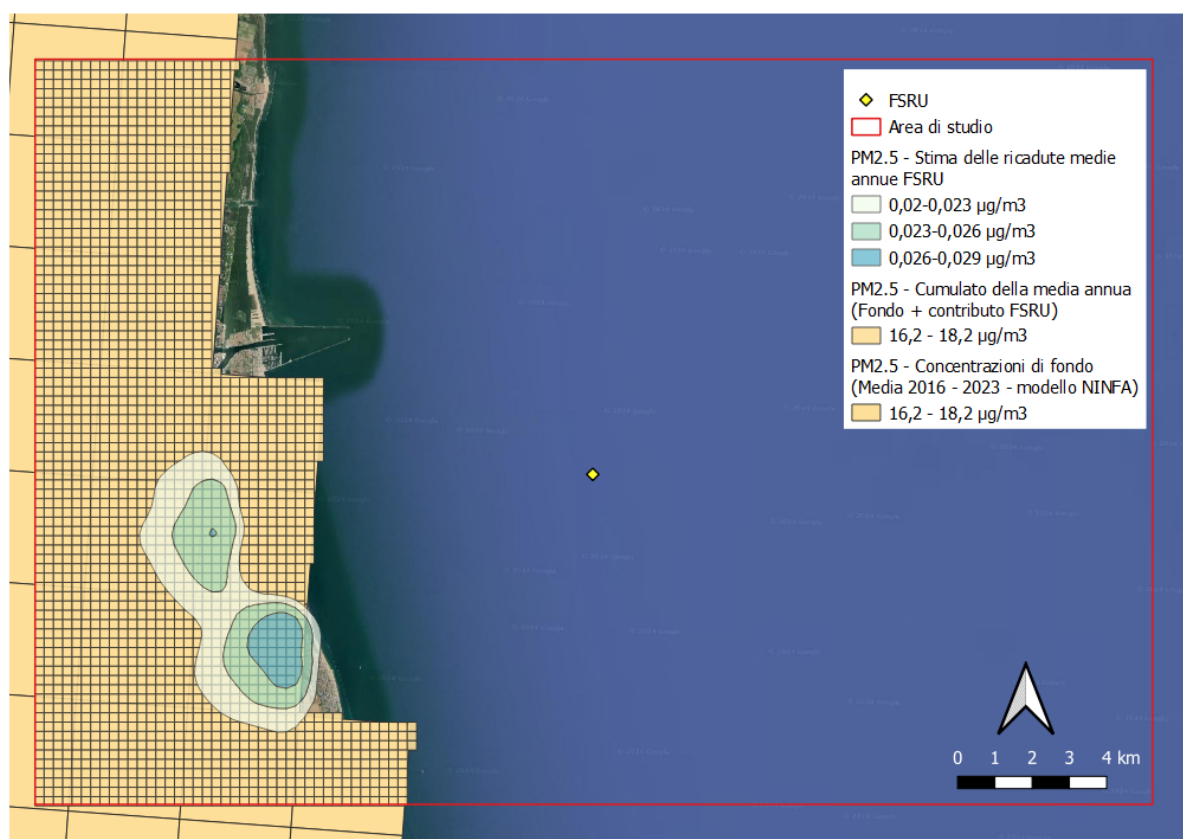


Figura 2.18: Sovrapposizione delle ricadute medie annue di PM2.5 associate all'esercizio della FSRU con i dati del modello fotochimico NINFA (media 2016-2023)

Anche in questo caso, il contributo della FSRU sulla terraferma non comporta variazioni apprezzabili dei valori di concentrazione rappresentativi del fondo, che a loro volta risultano inferiori al valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ai sensi del D.Lgs. 155/10 su tutta l'area di studio.

2.2 Cumulato delle ricadute orarie

La valutazione degli effetti cumulativi associati alle ricadute orarie dell'opera (NO_2 e SO_2) è stata effettuata sovrapponendo il contributo della FSRU, stimato mediante applicazione modellistica, ai dati registrati dalle seguenti stazioni della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria ubicate all'interno dell'area di studio relativi al triennio 2021-2023:

- Caorle (rete regionale ARPAE);
- Porto San Vitale (rete regionale ARPAE);
- Germani (rete privata RSI);
- Marina di Ravenna / Marina di Ravenna 2 (rete privata RSI).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 28 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

Come anticipato, la stazione “Marina di Ravenna 2” ha sostituito la stazione “Marina di Ravenna” a partire dal 2022. Pertanto, ai fini della presente analisi, si è fatto riferimento ai dati della stazione “Marina di Ravenna” per il 2021, a quelli della stazione “Marina di Ravenna 2” per gli anni 2022 e 2023.

Nello specifico, ai fini di valutare la sovrapposizione dei dati orari delle stazioni di misura a quelli delle ricadute orarie associate all’esercizio della FSRU stimate mediante applicazione modellistica, si è proceduto con:

- acquisire la serie storica dei dati orari di NO₂ e SO₂ registrati in corrispondenza di ciascuna delle stazioni della rete fissa di monitoraggio sopra indicate (dati disponibili in rete o ottenuti a valle di specifica richiesta ad ARPAE);
- estrarre dai risultati delle modellazioni, effettuate con riferimento a un intero anno meteorologico (2021), la sequenza temporale delle ricadute orarie di NO_x (valutate come NO₂) e SO₂ in corrispondenza delle coordinate rappresentative dell’ubicazione delle sopra citate stazioni di monitoraggio;
- Per ciascuno dei tre anni del triennio 2021-2023 in esame, effettuare la sommatoria tra la serie temporale dei dati orari registrati dalle stazioni di misura e i corrispondenti valori di ricaduta orari associati all’esercizio della FSRU stimati mediante applicazione modellistica;
- Procedere quindi al calcolo dei percentili di riferimento (99,8° percentile delle ricadute medie orarie per l’NO₂, 99,7° percentile delle ricadute medie orarie per l’S_O₂) al fine di valutarne la conformità con i valori limite applicabili ai sensi del D.Lgs. 155/10 (per NO₂: 200 µg/m³, da non superare più di 18 ore all’anno; per SO₂: 350 µg/m³, da non superare più di 24 ore all’anno).

Nella figura seguente si riporta l’ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell’aria considerate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 29 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

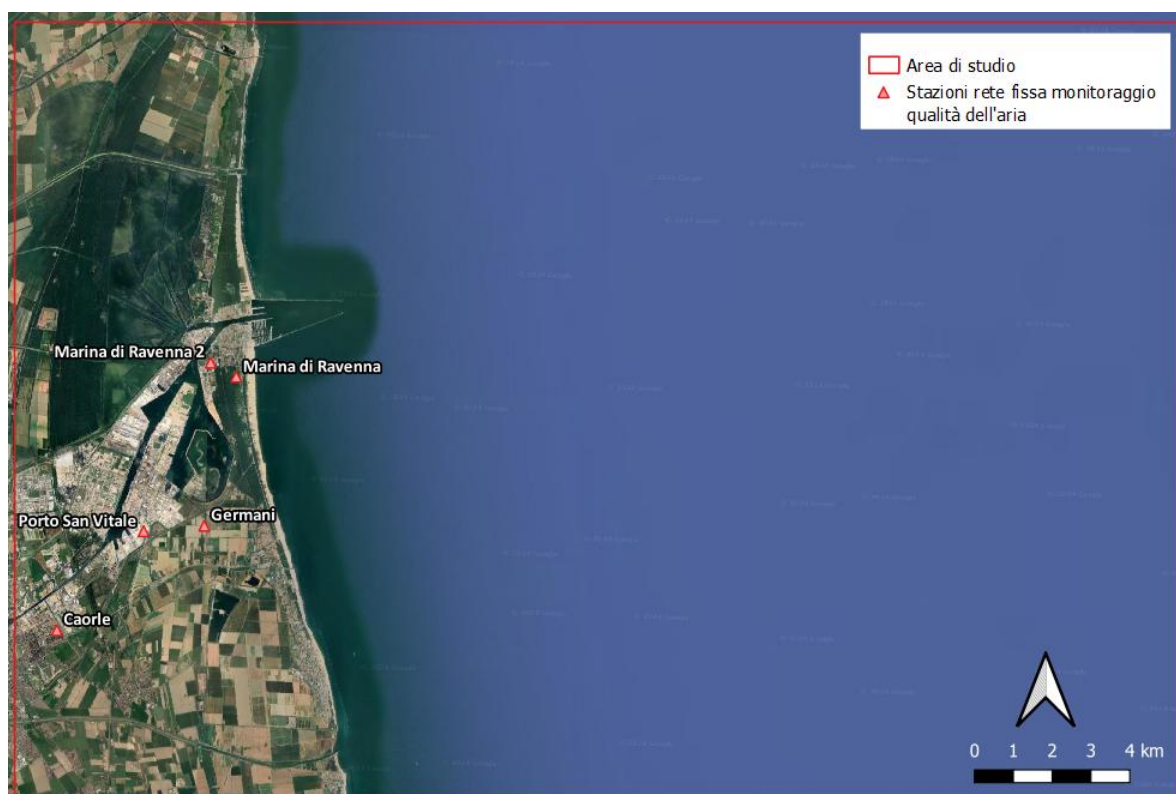


Figura 2.19: Ubicazione delle stazioni della rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria ricadenti all'interno dell'area di studio

Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati dell'analisi degli effetti cumulativi, effettuata in corrispondenza delle stazioni di misura di qualità dell'aria con riferimento alle concentrazioni orarie di NO₂ e SO₂. In particolare, per ciascun anno del triennio 2021-2023 si riporta il calcolo del percentile di riferimento relativo ai soli dati registrati dalle stazioni di misura (valori di fondo), seguito dal ricalcolo dello stesso parametro a seguito della sovrapposizione del contributo dell'iniziativa stimato dal modello di dispersione ai suddetti valori misurati.

	PROGETTISTA	RINA	COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITA'	RAVENNA (RA)	NQ/R22199	
	PROGETTO / IMPIANTO	FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 30 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

Tabella 2.1: Cumulato dell'iniziativa ai valori di fondo presso le stazioni di misura della qualità dell'aria – 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂ (valore limite: 200 µg/m³)

STAZIONE	2021		2022		2023	
	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)
Caorle	66,0	66,5	70,0	70,0	64,0	64,0
Porto San Vitale	67,0	67,0	71,0	71,0	65,0	65,1
Germani	57,3	57,7	55,4 ⁽ⁱⁱ⁾	55,6 ⁽ⁱⁱ⁾	52,6	54,3
Marina di Ravenna / Marina di Ravenna 2 ⁽ⁱ⁾	52,5	53,5	60,4	61,2	76,2	76,3

- (i) Stazione "Marina di Ravenna 2" operativa dal 18 gennaio 2022. Per il 2021 sono stati analizzati i dati della stazione "Marina di Ravenna".
- (ii) Il dato non tiene conto delle concentrazioni della stazione "Germani" relative al mese di Aprile 2022, in quanto tale mensilità non è risultata disponibile.

Tabella 2.2: Cumulato dell'iniziativa ai valori di fondo presso le stazioni di misura della qualità dell'aria – 99,7° percentile delle concentrazioni orarie di SO₂ (valore limite: 350 µg/m³)

STAZIONE	2021		2022		2023	
	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)	FONDO (µg/m ³)	FONDO + FSRU (µg/m ³)
Caorle	9,0	9,6	12,0	12,0	12,0	12,8
Porto San Vitale	23,0	23,0	31,0	32,0	18,0	18,0
Germani	85,1	88,5	95,3 ⁽ⁱⁱ⁾	95,3 ⁽ⁱⁱ⁾	68,1	68,1
Marina di Ravenna / Marina di Ravenna 2 ⁽ⁱ⁾	N.D. ⁽ⁱⁱⁱ⁾	N.D. ⁽ⁱⁱⁱ⁾	49,1	52,6	24,5 ^(iv)	34,8 ^(iv)

- (i) Stazione "Marina di Ravenna 2" operativa dal 18 gennaio 2022. Per il 2021 sono stati analizzati i dati della stazione "Marina di Ravenna".
- (ii) Il dato non tiene conto delle concentrazioni della stazione "Germani" relative al mese di Aprile 2022, in quanto tale mensilità non è risultata disponibile.
- (iii) Concentrazioni di fondo di SO₂ non disponibili per la stazione "Marina di Ravenna".
- (iv) Il dato non tiene conto delle concentrazioni della stazione "Marina di Ravenna 2" relative al mese di Marzo 2023 in quanto, per il solo parametro SO₂, tale mensilità non è risultata disponibile.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITA' RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 31 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

Come si può osservare, nell'intero triennio 2021-2023 analizzato:

- anche a seguito della sovrapposizione del contributo della FSRU ai valori di fondo, i percentili orari di NO₂ e SO₂ si mantengono sempre ampiamente al di sotto dei valori limite applicabili (200 µg/m³ per le concentrazioni orarie di NO₂, 350 µg/m³ per le concentrazioni orarie di SO₂);
- rispetto ai valori rappresentativi del solo fondo, la sovrapposizione del contributo della FSRU determina in generale delle variazioni trascurabili o comunque contenute sui percentili applicabili ai sensi della normativa vigente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 32 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

3 CONCLUSIONI

Quanto illustrato nel precedente capitolo mostra come l'esercizio della FSRU, dal punto di vista della dispersione di inquinanti in atmosfera, sia pienamente compatibile con le concentrazioni medie annue (NO₂, PM10 e PM2.5) e orarie (NO₂ e SO₂) rappresentative dello stato di qualità dell'aria degli ultimi anni all'interno dell'area interessata dall'iniziativa. In particolare:

- il contributo alle ricadute medie annue associato all'esercizio della FSRU sulla terraferma appare sostanzialmente trascurabile rispetto ai valori medi annui di NO₂, PM10 e PM2.5 rappresentativi del fondo (considerata la media del periodo 2016-2023 ottenuta a partire dai valori medi annui estratti dalle mappe del modello fotochimico NINFA), con una variazione pari a circa 0,2 µg/m³ in corrispondenza dell'area caratterizzata dai maggiori livelli di fondo per l'NO₂ e variazioni sostanzialmente trascurabili per quanto riguarda le concentrazioni medie annue di PM10 e PM2.5;
- anche con riferimento alle ricadute orarie di NO_x (valutate come NO₂) e SO₂, il contributo della FSRU risulta trascurabile o comunque contenuto rispetto ai valori di fondo osservati (considerati i dati del triennio 2021-2023 registrati dalle stazioni fisse della rete di monitoraggio Caorle, Porto San Vitale, Germani e Marina di Ravenna / Marina di Ravenna 2), con riferimento ai rispettivi percentili orari applicabili ai sensi della normativa vigente;
- in generale, i valori di concentrazione che si ottengono dalla sovrapposizione delle ricadute di inquinanti atmosferici associate all'esercizio della FSRU ai dati rappresentativi dell'attuale stato di qualità dell'aria nell'area di studio appaiono pienamente conformi ai valori limite applicabili ai sensi della normativa vigente.

In conclusione, le valutazioni effettuate confermano la compatibilità degli effetti cumulativi associati alla sovrapposizione del futuro esercizio della FSRU rispetto al quadro emissivo complessivo dell'area considerata.

Pertanto, alla luce dei risultati ottenuti, non si ravvede la necessità di prevedere misure aggiuntive (oltre a quanto già previsto nell'ambito dell'iniziativa) per contenere ulteriormente le emissioni dell'opera in fase di esercizio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R22199	UNITÀ
	LOCALITÀ RAVENNA (RA)	REL-AMB-E-09104	
	PROGETTO / IMPIANTO FSRU Ravenna e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti	Pag. 33 di 33	Rev. 0

Rif. RINA: P0037820-3-H10

REFERENZE

ARPAE – Concentrazioni di fondo: <https://dati.arpae.it/dataset/qualita-dell-aria-valutazioni-annuali-delle-concentrazioni-di-fondo>

ARPAE – Rete di monitoraggio: <https://dati.arpae.it/dataset/qualita-dell-aria-rete-di-monitoraggio>

CALPUFF: <https://calpuff.org/>

CHIMERE: <https://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/>

COSMO: <http://www.cosmo-model.org/>

EMAS Ravenna – Protocollo d'intesa: <https://www.emasravenna.it/wp-content/uploads/2024/04/Protocollo-gestione-rete-privata-monitoraggio-qualita-aria-2023-2025-FIRMATO.pdf>

INEMAR: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-inemar/inventario-emissioni>

Ispra- Inventario nazionale: <https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati/banche-dati-folder/aria/emissioni-in-atmosfera>

KAIROS: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/previsioni/il-modello-previsionale-kairos>

NINFA: <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/approfondimenti-su-previsioni-e-valutazioni-da-modello-qa/modello-previsionale-ninfa>

QGIS: <https://www.qgis.org/>