

Tronco

A52 - TANGENZIALE NORD DI MILANO

Oggetto

Potenziamento interconnessione A4-A52 ramo di svincolo tra A4 dir. Torino e A52 dir. Rho e svincolo Monza S. Alessandro - Opera connessa Olimpiadi 2026

CUP:

-

Fase progettuale

PROGETTO ESECUTIVO

LA CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE  
STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

LA CONCESSIONARIA



MILANO SERRAVALLE  
MILANO TANGENZIALI S.p.A  
IL DIRETTORE TECNICO  
dott. ing. Giuseppe Colombo

Il progettista



Descrizione elaborato

SIA - STUDIO AMBIENTALE

-  
Studio di Impatto Ambientale  
Sezione 4 Quadro ambientale  
Sezione 4.3 Qualità dell'aria e clima

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	29/02/2024	EMISSIONE	G. Maffeis	M. Tomasin	M. Mariani
B	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-

Codifica elaborato

5	0	2	3	E	S	I	A	0	0	7	R	0	X	X	X	X	X	A
Codice				Fase	Ambito			Progressivo		Tipo	Lotto	Zona		Opera			Tratto	Rev

Scala

-

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.  
OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.

THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MILANO SERRAVALLE MILANO TANGENZIALI S.P.A.  
UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW.

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
1.1	FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA .....	3
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
1.3	METODOLOGIA DI ANALISI.....	13
1.4	FONTI INFORMATIVE UTILIZZATE .....	23
2	PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA.....	25
2.1	AZIONI DETERMINANTI E AREE INTERESSATE .....	25
2.2	PRESSIONI ATTENDIBILI .....	30
2.3	ALTRE AZIONI POTENZIALMENTE INFLUENTI CUMULATIVAMENTE .....	61
3	STATO DELLA COMPONENTE .....	62
3.1	INVENTARIO REGIONALE INEMAR.....	62
3.2	CONTESTO METEO – CLIMATICO .....	65
3.3	STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	86
4	EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI .....	97
4.1	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE .....	97
4.2	EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO .....	98
5	MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SUGGERITE.....	120
5.1	QUALITÀ DELL'ARIA .....	120
5.2	CLIMA.....	122
6	MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI .....	124
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	125
8	APPENDICE 1: FIGURE.....	127

## 1 PREMESSA

### 1.1 FINALITÀ DELL'ANALISI SPECIALISTICA

L'obiettivo del presente Studio di Impatto Ambientale consiste nella valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria e sul clima del potenziamento dell'interconnessione tra la tangenziale Nord di Milano (A52) e l'autostrada Torino-Venezia-A4, nell'ambito del procedimento di Valutazione Impatto Ambientale (VIA).

Nel documento si è verificato l'impatto dell'opera rispettivamente nelle fasi di cantiere e di esercizio.

### 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito si riportano i riferimenti normativi e pianificatori in materia di qualità dell'aria e clima.

#### 1.2.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Si richiamano di seguito i valori limite degli inquinanti definiti dalla normativa italiana in materia di qualità dell'aria, in particolare contenuti nel Decreto legislativo 13 Agosto 2010, n.155, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE. Tali valori limite sono indicati in Tabella 1-1 per ciascun inquinante, in funzione del relativo periodo di mediazione.

Tabella 1-1 - Valori limite di qualità dell'aria (Decreto legislativo 13 Agosto 2010, n.155)

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
NO <sub>2</sub>	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Ora	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per l'anno civile (99,8° percentile)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per l'anno civile (90,4° percentile)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>
CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	Ora	500 µg/m <sup>3</sup>

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
	Valore limite orario per la protezione della salute umana		350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per l'anno civile (99,7° percentile)
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per l'anno civile (99,2° percentile)
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di allarme	Ora	240 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di informazione	Ora	180 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte come media su 3 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile di 8 ore	120 µg/m <sup>3</sup>
B(a)P	Valore obiettivo	Anno civile	1 ng/m <sup>3</sup>
Pb	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>
Ni	Valore obiettivo	Anno civile	20 ng/m <sup>3</sup>
As	Valore obiettivo	Anno civile	6 ng/m <sup>3</sup>
Cd	Valore obiettivo	Anno civile	5 ng/m <sup>3</sup>

#### 1.2.1.1 Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria

Il Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria (PRIA) di Regione Lombardia è stato approvato dalla Giunta Regionale con Delibera n. 593 del 6 Settembre 2013. Il PRIA è lo strumento di pianificazione e programmazione regionale in materia di qualità dell'aria, mirato a ridurre le emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente, migliorando conseguentemente lo stato della qualità dell'aria.

L'obiettivo strategico delle politiche regionali per la qualità dell'aria è quello di raggiungere livelli di qualità che non comportino rischi o impatti negativi significativi per la salute umana e per l'ambiente. Gli obiettivi generali del PRIA sono pertanto:

- rientrare nei valori limite nelle zone e negli agglomerati ove il livello di uno o più inquinanti superi tali riferimenti;
- preservare da peggioramenti la qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti siano stabilmente al di sotto di tali valori limite.

Tali obiettivi sono stati ribaditi nell'aggiornamento del PRIA 2018, approvato con DGR n. 449 del 2 Agosto 2018, confermando i macrosettori di intervento ("trasporti su strada e mobilità", "sorgenti stazionarie e uso

razionale dell'energia", "attività agricole e forestali", in particolare per quanto attiene le emissioni dei veicoli diesel, delle combustioni di biomassa legnosa e le emissioni di ammoniaca dall'agricoltura) e le misure già individuate nel PRIA 2013, procedendo al loro accorpamento e rilancio.

Come indicato nella relazione di monitoraggio triennale PRIA 2017 (approvata con DGR n. 7305 del 30 Ottobre 2017), infatti, le linee di azione definite dal Piano sono risultate efficaci e utili al perseguimento degli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria.

Il PRIA 2018 individua l'anno 2025 quale data per il possibile rientro di tutti gli inquinanti monitorati, conseguentemente all'attuazione delle misure di Piano individuate e all'evoluzione della legislazione corrente (CLE).

Per quanto riguarda per il macrosettore "trasporti su strada e mobilità" per il Trasporto privato – TP, tra le azioni più rilevanti sono previste:

- misure di limitazione progressiva della circolazione dei veicoli più inquinanti (in particolare diesel) che, anche in attuazione dell'Accordo di bacino padano 2017, arriveranno ad interessare progressivamente i veicoli fino alla classe emissive di più recente omologazione. Le limitazioni sono prioritariamente rivolte agli ambiti urbani dei Comuni con maggiore popolazione e aventi disponibilità di servizi alternativi di trasporto pubblico.
- un accompagnamento alle limitazioni volte a favorire lo "shift modale" verso sistemi di mobilità collettiva o individuali a basso impatto ambientale e per la sostituzione progressiva dei veicoli più inquinanti attraverso incentivi diretti (contributi o sgravi fiscali) o tramite azioni normative e regolamentari che orientino verso l'uso di motorizzazioni a basso impatto emissivo;
- l'individuazione dei criteri per l'istituzione di zone pedonali e di Zone a Traffico Limitato (ZTL) nei Comuni (con particolare riferimento a quelli ad elevata densità abitativa) e dei criteri di accesso per i veicoli nelle ZTL (tempi di carico/scarico, tipologia di veicoli che possono accedere, controlli) oltre all'individuazione dei criteri per l'istituzione di zone urbane a bassa velocità;
- il potenziamento dei controlli su strada per la piena efficacia delle misure di limitazione all'utilizzo dei veicoli più inquinanti regionali e locali anche con l'uso di dispositivi elettronici che potranno essere utilizzati dai Comuni;
- forte sviluppo alla mobilità elettrica che rappresenta la tipologia di mobilità da privilegiare, almeno in ambito urbano;
- l'attivazione di misure emergenziali temporanee, omogenee nelle Regioni del bacino padano, al verificarsi di condizioni di accumulo e di aumento delle concentrazioni degli inquinanti, correlate all'instaurarsi di condizioni meteo sfavorevoli alla loro dispersione, contribuisce alla riduzione delle emissioni locali e consente una presa di coscienza da parte dei cittadini circa l'agire di comportamenti virtuosi a tutela dell'ambiente e della salute.

Il PRIA 2018 contiene, fra l'altro, le disposizioni sulle nuove limitazioni ai veicoli più inquinanti attive dal 1° Ottobre 2018. Sono in vigore le misure strutturali permanenti per ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera. In particolare, sono in vigore tutto l'anno le limitazioni della circolazione per i veicoli più inquinanti - benzina euro 0 e 1, diesel euro da 0 a 3 - nei 209 Comuni di Fascia 1 (di cui fanno parte rispetto all'area di interesse progettuale i comuni di Monza, Cinisello Balsamo, Sesto San Giovanni e Milano) e nei 361 Comuni di Fascia 2.

Dal 1° Ottobre 2022 sono in vigore nel semestre invernale le limitazioni alla circolazione per i veicoli euro 4 diesel (delibera di Giunta Regionale n. 6545 del 20 Giugno 2022) nei 209 Comuni di Fascia 1 e nei 5 Comuni di Fascia 2 con oltre 30.000 abitanti (Varese, Lecco, Vigevano, Abbiategrasso e S. Giuliano Milanese).

Con la DGR n. 2055 del 31 Luglio 2019, a partire dal 1° Ottobre 2019 è stato avviato il progetto MoVe-In (Monitoraggio Veicoli Inquinanti), che prevede la possibilità di monitorare le percorrenze dei veicoli installando a bordo un dispositivo (la cosiddetta "scatola nera") in grado di fornire a Regione Lombardia i dati di percorrenza reale. Questo permette di introdurre nuove modalità di controllo per limitare le effettive emissioni prodotte dai veicoli stessi.

La delibera n. 6545 del 20 Giugno 2022 ha disposto che l'adesione al servizio MoVe-In in Lombardia per i veicoli Euro 4 diesel possa essere effettuata a partire dal 1° Settembre 2022, con attivazione del monitoraggio a partire dal 1° Ottobre 2022.

MoVe-In è stato esteso alle ZTL dei Comuni, in particolare ad Area B del Comune di Milano.

### 1.2.2 PIANIFICAZIONE SETTORIALE

In riferimento alla pianificazione settoriale, al fine di ricostruire lo stato della qualità dell'aria a livello regionale, la Regione Lombardia, con la D.G.R. n° 2605 del 30 novembre 2011, ha modificato la precedente zonizzazione, come richiesto dal D.Lgs. 155/2010. Il territorio regionale risulta ripartito nelle seguenti aree:

- Agglomerati urbani (Milano, Bergamo e Brescia);
- Zona A: pianura a elevata urbanizzazione;
- Zona B: zona di pianura;
- Zona C: Prealpi, Appennino e Montagna;
- Zona D: Fondovalle.

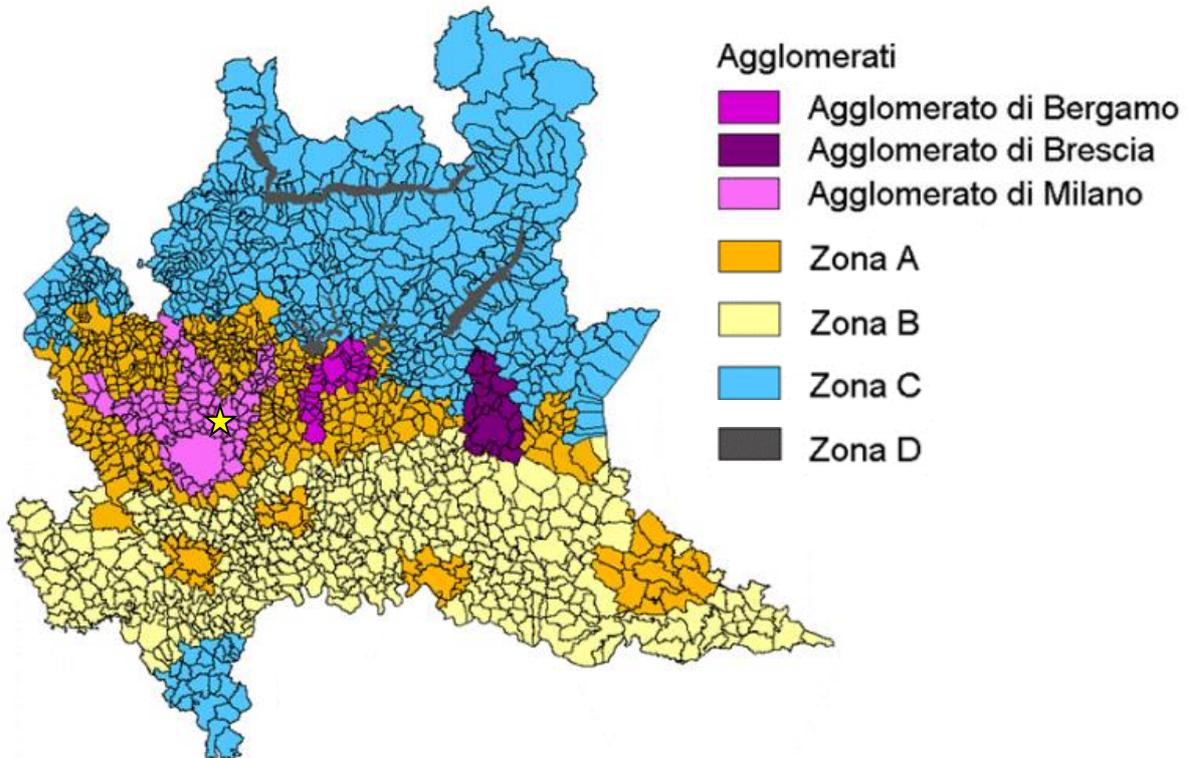
Gli agglomerati sono individuati sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa, mentre le altre zone includono aree territoriali che presentano peculiarità affini sulla base di aspetti quali il carico emissivo, l'orografia, le caratteristiche meteo - climatiche ed il grado di urbanizzazione del territorio.

L'opera in progetto incide principalmente sui comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni, coinvolgendo le province di Monza e della Brianza e di Milano. Nell'ambito della zonizzazione regionale l'area in esame si colloca all'interno dell'Agglomerato di Milano (Figura 1-1).

Questa zona è contraddistinta da:

- un'elevata densità di emissioni di PM<sub>10</sub> e NO<sub>x</sub> derivanti perlopiù dal traffico su strada e dalla combustione non industriale;
- notevoli emissioni di precursori di O<sub>3</sub>;
- una situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti tipica del Bacino Padano, con velocità del vento limitate, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica e caratterizzata da alta pressione;
- un'alta densità abitativa, con prevalenza di zone residenziali ed attività produttive.

Figura 1-1 - Zonizzazione della Regione Lombardia. Con una stella gialla è indicata la posizione indicativa del sito in esame



### 1.2.3 CLIMA

Di seguito si fornisce il quadro europeo, nazionale e regionale in materia di clima.

#### 1.2.3.1 Sesto rapporto di valutazione dell'IPCC: Cambiamento Climatico 2022, Impatti, Adattamento, Vulnerabilità

Nell'edizione 2022, che segue il quinto rapporto pubblicato nel 2014, l'IPCC ha svolto un lavoro che:

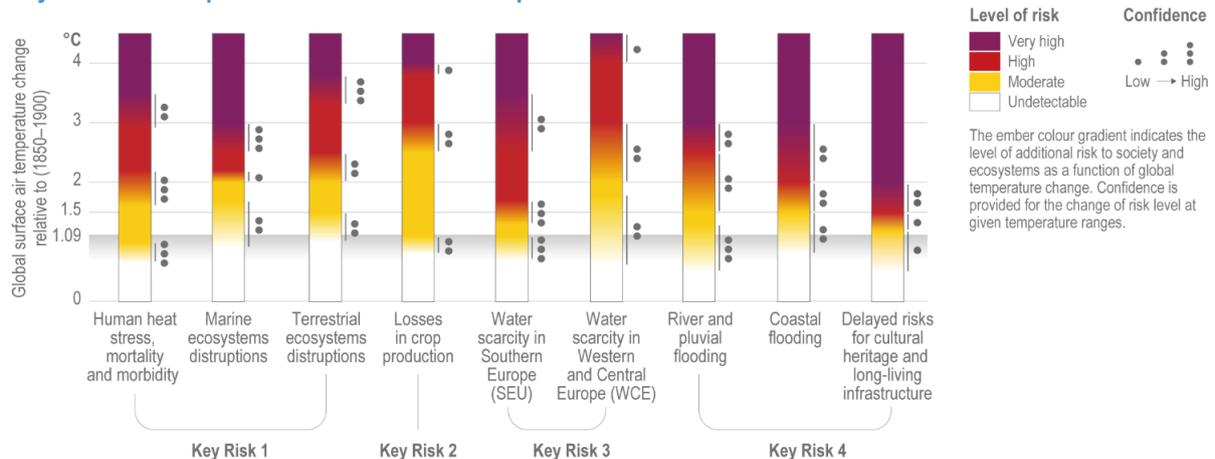
- analizza gli impatti dei cambiamenti climatici, sia a scala globale che regionale, su ecosistemi, società, infrastrutture, settori produttivi, culture, città e insediamenti;
- valuta vulnerabilità e rischi futuri sulla base di differenti scenari (definiti anche "percorsi" - pathways) di sviluppo socioeconomico, i cosiddetti Shared Socioeconomic Pathways - SSP;
- valuta le opzioni di adattamento in atto, quelle future e la loro efficacia, fattibilità e limitazioni;
- mostra come il successo dell'adattamento sia strettamente legato al livello di mitigazione e alla misura in cui vengono raggiunti gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs - Sustainable Development Goals).

L'IPCC identifica quattro categorie di rischi-chiave per l'Europa che sono:

1. Rischi delle ondate di calore su popolazioni e ecosistemi;
2. Rischi per la produzione agricola;
3. Rischi di scarsità di risorse idriche;
4. Rischi prodotti da maggiore frequenza e intensità di inondazioni.

Figura 1-2 - I rischi individuati in Europa (fonte: secondo volume (WGII) del Sesto Rapporto di Valutazione dell'IPCC)

Key risks for Europe under low to medium adaptation



La “Regione Mediterranea” si è riscaldata e continuerà a riscaldarsi maggiormente della media globale, particolarmente in estate con rischi associati al cambiamento climatico previsto particolarmente elevati per le persone e gli ecosistemi nel bacino del Mediterraneo a causa della combinazione di vari fattori, tra cui:

- una popolazione urbana numerosa e in crescita, esposta alle ondate di calore, con accesso limitato all'aria condizionata;
- un numero elevato e crescente di persone che vivono in insediamenti colpiti dall'innalzamento del livello del mare;
- grave e crescente carenza idrica, già sperimentata oggi da paesi del Nord Africa e del Medio Oriente;
- crescente domanda di acqua da parte dell'agricoltura per l'irrigazione;
- elevata dipendenza economica dal turismo, che rischia di risentire dell'aumento del caldo, ma anche delle conseguenze delle politiche internazionali di riduzione delle emissioni sui viaggi aerei e da crociera;
- perdita di ecosistemi marini, ecosistemi nelle zone umide, nei fiumi e anche nelle zone montane, molti dei quali sono già messi in pericolo da pratiche non sostenibili (es. pesca eccessiva, cambiamento dell'uso del suolo).

Il livello del mare nel Mediterraneo è aumentato di 1,4mm l'anno nel corso del XX secolo. L'incremento è accelerato alla fine del secolo e ci si attende continui a crescere in futuro a un tasso simile alla media globale, raggiungendo valori potenzialmente prossimi al metro nel 2100 in caso di un alto livello di emissioni. L'innalzamento del livello del mare ha già un impatto sulle coste del Mediterraneo e in futuro aumenterà i rischi di inondazioni costiere, erosione e salinizzazione.

Nell'Europa meridionale il numero di giorni con insufficienti risorse idriche (disponibilità inferiore alla richiesta) e siccità aumenta in tutti gli scenari di riscaldamento globale. Nelle prospettive di un aumento della temperatura globale di 1,5°C e 2°C la scarsità idrica riguarda, rispettivamente, il 18% e il 54% della popolazione. Analogamente, l'aridità del suolo aumenta con l'aumentare del riscaldamento globale: in uno scenario di innalzamento della temperatura di 3°C l'aridità del suolo risulta del 40% superiore rispetto a uno scenario con innalzamento della temperatura a 1,5°C.

1.2.3.2 Strategia europea di Adattamento al Cambiamento Climatico

La Commissione Europea il 24 Febbraio 2021 ha adottato la nuova "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici", sottolineando che i cambiamenti climatici sono già in atto e che per questo dobbiamo costruire un futuro più resiliente. Prevista dalla roadmap del Green Deal europeo, la nuova Strategia si basa sulla valutazione della precedente Strategia del 2013 (COM 2013/ 216) e dei risultati della Consultazione pubblica

che si è svolta tra Maggio ed Agosto 2020. Le proposte focalizzano l'attenzione sulla definizione di soluzioni e sul passaggio dalla pianificazione all'attuazione.

Per quanto riguarda la mitigazione, i negoziatori del Consiglio e del Parlamento europeo, a Maggio 2021, hanno raggiunto un accordo politico provvisorio che introduce nella legislazione l'obiettivo della neutralità climatica dell'UE per il 2050 e un obiettivo collettivo di riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra (emissioni al netto degli assorbimenti) pari ad almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990.

La Commissione Europea in questo contesto di trasformazione è proiettata a sostenere i cittadini vulnerabili affrontando le disuguaglianze e la povertà energetica e rafforzando la competitività delle imprese europee. Rispetto ai 6 macro temi inclusi si riporta quello dei trasporti di interesse per la presente relazione:

- Rendere i trasporti sostenibili per tutti: La Commissione promuove inoltre la crescita del mercato dei veicoli a emissioni zero e a basse emissioni. In particolare, vuole fare in modo che siano messe a disposizione dei cittadini le infrastrutture necessarie per ricaricare i veicoli di questo tipo, per viaggi brevi e lunghi. Gli obiettivi sono:
  - Riduzione del 55% delle emissioni delle automobili entro il 2030;
  - Riduzione del 50% delle emissioni dei furgoni entro il 2030;
  - Zero emissioni prodotte dalle automobili nuove entro il 2035.

### 1.2.3.3 Agenda 2030 e Strategia per lo Sviluppo Sostenibile

L'Agenda 2030, piano d'azione approvato dall'ONU nel Settembre 2015, rappresenta il principale riferimento condiviso dalla comunità internazionale per lo sviluppo sostenibile nel medio-lungo periodo. L'Agenda intende operare con riferimento ai cinque pilastri "Persone", "Pianeta", "Prosperità", "Pace" e "Partnership" e individua 17 obiettivi di sostenibilità (SDGs – Sustainable Development Goals) e 169 Target, che promuovono lo sviluppo sostenibile nelle tre dimensioni ambientale, sociale ed economica.

Figura 1-3 - I 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030



L'Italia ha elaborato la propria Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, presentata al Consiglio dei Ministri il 2 Ottobre 2017 e approvata dal CIPE il 22 Dicembre 2017. La Strategia Nazionale si struttura in cinque aree tematiche corrispondenti ai pilastri dall'Agenda 2030, a cui si aggiunge un'area trasversale, denominata "Vettori di sostenibilità", con la specificazione al loro interno di un insieme di scelte e di obiettivi strategici nazionali che segnano per il contesto italiano i target e gli obiettivi internazionali.

Figura 1-4 - Le 5 aree tematiche della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile



Queste iniziative europee sul clima gettano le basi per una maggiore ambizione e coerenza delle politiche in materia di adattamento e mitigazione, integrando nel diritto dell'UE l'obiettivo globale in materia di adattamento sancito all'articolo 7 dell'accordo di Parigi e l'azione dell'obiettivo di sviluppo sostenibile n. 13 "Lotta contro i cambiamenti climatici". La comunità internazionale ha, infatti, dedicato spazio ai cambiamenti climatici all'interno del Sustainable Development Goals (SDGs 2015-2030) a cui è riservato l'obiettivo 13 "Take urgent actions to combat climate change and its impacts". Le misure di adattamento, necessarie e complementari a quelle di mitigazione, devono essere prese a tutti i livelli, con interventi locali, regionali e nazionali. La strategia a lungo termine dell'Unione Europea è quella di un'Europa a impatto climatico zero entro il 2050, con un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra. Questa visione strategica a lungo termine della Commissione Europea per un futuro a impatto climatico zero incide sulle politiche dell'UE ed è in linea con l'obiettivo dell'accordo di Parigi (2015) di mantenere l'aumento della temperatura mondiale ben al di sotto i 2°C e di proseguire gli sforzi per mantenere tale valore a 1,5°C.

#### 1.2.3.4 Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)

Nello scenario nazionale la "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC)" (approvata con Decreto direttoriale n. 86 del 16 Giugno 2015) costituisce un importante strumento di analisi con l'obiettivo di identificare i principali settori che subiscono gli impatti del cambiamento climatico, definendo gli obiettivi strategici e le azioni per la mitigazione degli impatti.

La SNAC trova il suo fondamento nei seguenti documenti:

- Rapporto tecnico-scientifico "Stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici";
- Rapporto tecnico-giuridico "Analisi della normativa per l'adattamento ai cambiamenti climatici: quadro comunitario e quadro nazionale";
- "Elementi per una Strategia Nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici".

Il Rapporto tecnico-scientifico conferma quanto già indicato nei documenti elaborati dall'International Panel on Climate Change (IPCC) e dall'European Environmental Agency (EEA) sulle vulnerabilità dell'Italia nel contesto dell'area mediterranea; le criticità riguardano la gestione delle acque e i rischi causati da fenomeni meteorologici estremi. Il Rapporto considera inoltre alcuni aspetti intersettoriali quali la stima del costo degli impatti del cambiamento climatico, e fornisce un approfondimento sull'area alpina e appenninica, e sul distretto idrografico padano, che costituiscono sistemi ambientali di particolare vulnerabilità.

Il Rapporto tecnico-giuridico presenta un'analisi della situazione europea e della normativa comunitaria in materia di adattamento ai cambiamenti climatici. A tal fine approfondisce la "Strategia di adattamento europea" della Commissione Europea e gli strumenti esistenti per l'integrazione dell'adattamento nelle varie politiche

settoriali comunitarie (il mainstreaming dell'adattamento). Offre, inoltre, una sintesi delle strategie nazionali di adattamento adottate in numerosi Paesi europei dal 2005 ad oggi. Analizza, infine, l'insieme dei diritti, degli obblighi giuridici e degli obiettivi politici degli Stati Membri in seno all'Unione con riferimento agli impatti, alla vulnerabilità e all'adattamento ai cambiamenti climatici, approfondendo la legislazione nazionale in alcuni settori considerati vulnerabili e di maggiore interesse giuridico.

Il documento "Elementi per una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici" definisce le misure nazionali in grado di dare risposte future agli impatti dei cambiamenti climatici, in molteplici settori socio-economici e sistemi naturali, sulla base di una valutazione delle vulnerabilità settoriali; individua, inoltre, un insieme di azioni per ridurre al minimo i rischi derivanti dai cambiamenti climatici, per aumentare la resilienza dei sistemi umani e naturali, nonché per trarre vantaggio dalle eventuali opportunità derivanti dalle nuove condizioni climatiche.

#### 1.2.3.5 Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)

Per dare attuazione alla Strategia, nel 2016 il Ministero dell'Ambiente ha intrapreso, con analoghe modalità partecipative della SNAC, la stesura del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) che però, tuttavia, è stato solo adottato.

Il Piano, dal carattere non prescrittivo, vuole supportare, con l'indicazione delle azioni più adeguate ed efficaci, le pianificazioni territoriali e di settore ai fini dell'integrazione di criteri di adattamento ai cambiamenti climatici nelle procedure e negli strumenti già esistenti.

Nel 2022, a seguito della riorganizzazione degli uffici ministeriali e tenendo conto degli esiti del percorso svolto, il Ministero ha istituito un apposito Gruppo di lavoro con decreto direttoriale n. 96 del 12 Luglio 2022, per il necessario supporto tecnico alla rielaborazione del Piano, alla luce delle osservazioni formulate dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, nel sopra citato parere n. 13 del 3 Maggio 2021 e della intervenuta normativa europea.

Il PNACC così rielaborato risponde a una duplice esigenza: (1) realizzare compiutamente l'istituzione di un'apposita struttura di governance nazionale; (2) produrre un documento di indirizzo, finalizzato a porre le basi per una pianificazione di breve e di lungo termine per l'adattamento ai cambiamenti climatici, attraverso la definizione di specifiche misure volte sia al rafforzamento della capacità di adattamento a livello nazionale, attraverso l'aumento e la messa a sistema delle conoscenze, sia allo sviluppo di un contesto organizzativo ottimale.

Il 4 agosto 2023 con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica di concerto con il Ministero della Cultura, la procedura di Valutazione Ambientale Strategica del "Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici" si è conclusa positivamente il parere motivato che prevede con raccomandazioni, suggerimenti, condizioni e osservazioni di cui agli articoli 2, 3 e 4 del decreto stesso (DM\_256\_del\_04-08-2023).

#### 1.2.3.6 Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC)

Nel luglio 2023, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha formalmente inviato alla Commissione europea la proposta di aggiornamento del PNIEC, Piano Nazionale Integrato Energia e Clima.

Il PNIEC italiano fissa gli obiettivi nazionali al 2030 su efficienza energetica, fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, come anche quelli in tema di sicurezza energetica, interconnessioni, mercato unico dell'energia e competitività, sviluppo e mobilità sostenibile. Il tragitto indicato dal PNIEC permette al 2030 di raggiungere quasi tutti i target comunitari su ambiente e clima, superando in alcuni casi gli obiettivi prefissi.

La proposta di Piano, ora al vaglio degli organismi comunitari, sarà oggetto nei prossimi mesi di confronto con il Parlamento e le Regioni, oltre che del procedimento di Valutazione Ambientale Strategica. L'approvazione del testo definitivo dovrà concludersi entro giugno 2024.

Il Piano è strutturato secondo 5 dimensioni: decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica, mercato interno dell'energia, ricerca, innovazione e competitività e prevede i seguenti obiettivi sintetizzati nella tabella 1 del PNIEC:

Figura 1-5 – Tabella 1 del PNIEC: principali indicatori di scenario e obiettivi al 2030

	unità di misura	Dato rilevato	PNIEC 2023: Scenario di riferimento	PNIEC 2023: Scenario di policy <sup>1</sup>	Obiettivi FF55 REPowerEU
		2021	2030	2030	2030
<b>Emissioni e assorbimenti di gas serra</b>					
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	%	-47%	-55%	-62%	-62% <sup>2</sup>
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	%	-17%	-28,6%	-35,3% / -37,1%	-43,7% <sup>3, 4</sup>
Assorbimenti di CO <sub>2</sub> LULUCF	MtCO <sub>2</sub> eq	-27,5	-34,9	-34,9	-35,8 <sup>3</sup>
<b>Energie rinnovabili</b>					
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia	%	19%	27%	40%	38,4% - 39%
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi di energia nei trasporti (criteri di calcolo RED 3)	%	8%	13%	31%	29% <sup>5</sup>
Quota di energia da FER nei consumi finali lordi per riscaldamento e raffreddamento	%	20%	27%	37%	29,6% <sup>3</sup> - 39,1%
Quota di energia da FER nei consumi finali del settore elettrico	%	36%	49%	65%	non previsto
Quota di idrogeno da FER rispetto al totale dell'idrogeno usato nell'industria	%	0%	3%	42%	42% <sup>3</sup>
<b>Efficienza energetica</b>					
Consumi di energia primaria	Mtep	145	130	122	112,2 (115 con flessibilità +2,5%)
Consumi di energia finale	Mtep	113	109	100	92,1 (94,4 con flessibilità +2,5%)
Risparmi annui nei consumi finali tramite regimi obbligatori di efficienza energetica	Mtep	1,4		73,4	73,4 <sup>3</sup>

1. scenario costruito considerando le misure previste a giugno 2023, sarà aggiornato con la sottomissione del piano definitivo entro giugno 2024
2. vincolante solo per le emissioni complessive a livello di Unione europea
3. vincolante
4. vincolante non solo il 2030 ma tutto il percorso dal 2021 al 2030
5. vincolante per gli operatori economici

### 1.2.3.7 Piano per la transizione ecologica (PTE)

Durante l'approvazione definitiva del Pacchetto legislativo europeo "Fit for 55", il Ministero della Transizione ecologica ha adottato il Piano per la transizione ecologica (PTE), che fornisce un quadro delle politiche ambientali ed energetiche integrato con gli obiettivi già delineati nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR). L'VIII Commissione Ambiente della Camera ha espresso, in data 15 Dicembre 2021, parere favorevole con osservazioni.

L'obiettivo del Piano, è quello di preservare la sostenibilità, la prosperità del Pianeta e la salute grazie a una serie di misure ambientali, sociali, politiche ed economiche. Tra i principali obiettivi, vi è quello di abbassare le emissioni di gas serra entro metà secolo in modo da stabilizzare il Pianeta e arrivare nei limiti di sicurezza dettati dagli accordi di Parigi.

Il Piano Nazionale per la Transizione Ecologica si estende nell'arco temporale che va dal 2021 fino al 2050. L'obiettivo è quello di raggiungere la neutralità climatica al 2050, riducendo le emissioni di gas serra nel 2030 in una percentuale almeno pari al 55%. Il Piano punta alla decarbonizzazione, al miglioramento della qualità dell'aria, alla mobilità sostenibile e al contrasto per il consumo di suolo e dissesto idrogeologico. È rivolto inoltre anche a rafforzare e ripristinare la biodiversità, a tutelare il mare, a tutelare le risorse idriche e a promuovere l'economia circolare, l'agricoltura sostenibile e la bioeconomy. Per quanto concerne la decarbonizzazione, la sfida climatica ci impone di accelerare in tal senso, in modo tale da ottenere le emissioni ridotte all'osso entro il 2050. Il piano, quindi, propone di mettere in campo le politiche di risparmio energetico, scoraggiando gli investimenti sui fossili. Inoltre, un altro caposaldo del Piano PTE è quello relativo alla mobilità sostenibile.

### 1.2.3.8 Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici (SRACC)

Nel 2012 Regione Lombardia, con il supporto della Fondazione Lombardia per l'Ambiente, ha redatto la Guida per un Piano di Adattamento ai cambiamenti climatici (PACC).

Con decreto direttoriale n. 86/2015 è stata approvata la Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC) stilata da Regione Lombardia in collaborazione con la Fondazione Lombardia, in ottemperanza alla strategia a livello nazionale.

La strategia regionale fornisce le linee d'indirizzo per "adattarsi" agli impatti derivanti dal cambiamento climatico nel contesto lombardo; in particolare i contenuti della SRACC consistono:

- nella definizione del ruolo degli stakeholder istituzionali regionali mediante specifici meccanismi di consultazione interna;
- nell'approfondimento e nell'aggiornamento delle basi climatiche a scala regionale;
- nella valutazione quantitativa degli impatti settoriali;
- nell'analisi delle vulnerabilità al cambiamento climatico nei settori chiave considerati, definendo la relazione funzionale tra impatti, obiettivi generali di adattamento e specifiche misure.

Sulla base della strategia regionale, è stato elaborato il "Documento di azione regionale per l'adattamento al cambiamento climatico della Lombardia", approvato con la DGR n. 6028/2016.

Il Documento di azione rappresenta un importante strumento di governance che individua gli ambiti prioritari rispetto agli effetti prodotti dal clima sul territorio regionale ed identifica gli interventi per limitare i rischi e gli impatti sul territorio, favorendone la resilienza. Nello specifico, sono state identificate circa 30 misure per gli ambiti prioritari relativi alla Salute umana e qualità dell'aria, difesa del suolo e del territorio, gestione e qualità delle acque, agricoltura e biodiversità, turismo e sport.

## 1.3 METODOLOGIA DI ANALISI

### 1.3.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Per quanto riguarda la matrice aria, l'approccio adottato per la fase di esercizio consiste nella valutazione delle pressioni attese in termini di variazioni di flusso veicolare, delle relative emissioni ed infine delle concentrazioni in aria degli inquinanti tra scenario di riferimento e scenario di progetto; analogamente, per la fase di cantiere, si valuterà l'impatto in termini emissivi prima e di concentrazione poi delle varie lavorazioni previste.

La stima di impatto è poi stata contestualizzata rispetto allo stato attuale della componente atmosfera nel territorio circostante l'area di progetto, individuando le eventuali criticità.

La valutazione modellistica degli impatti derivanti dal progetto in termini di qualità dell'aria è stata effettuata mediante il modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato e multi-inquinante CALPUFF. Tale modello è distribuito e consigliato dall'U.S. EPA (Environmental Protection Agency), ed inoltre è indicato

come modello adeguato ad applicazioni in aree urbane ed a scala locale nel rapporto “Linee guida per la scelta e l’uso dei modelli” redatto dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in aria (CTN-ACE) nel 2004.

### 1.3.1.1 Scenari di traffico

Nel presente approfondimento specialistico sono stati analizzati due diversi scenari di mobilità elaborati nello Studio di Traffico allegato al Progetto:

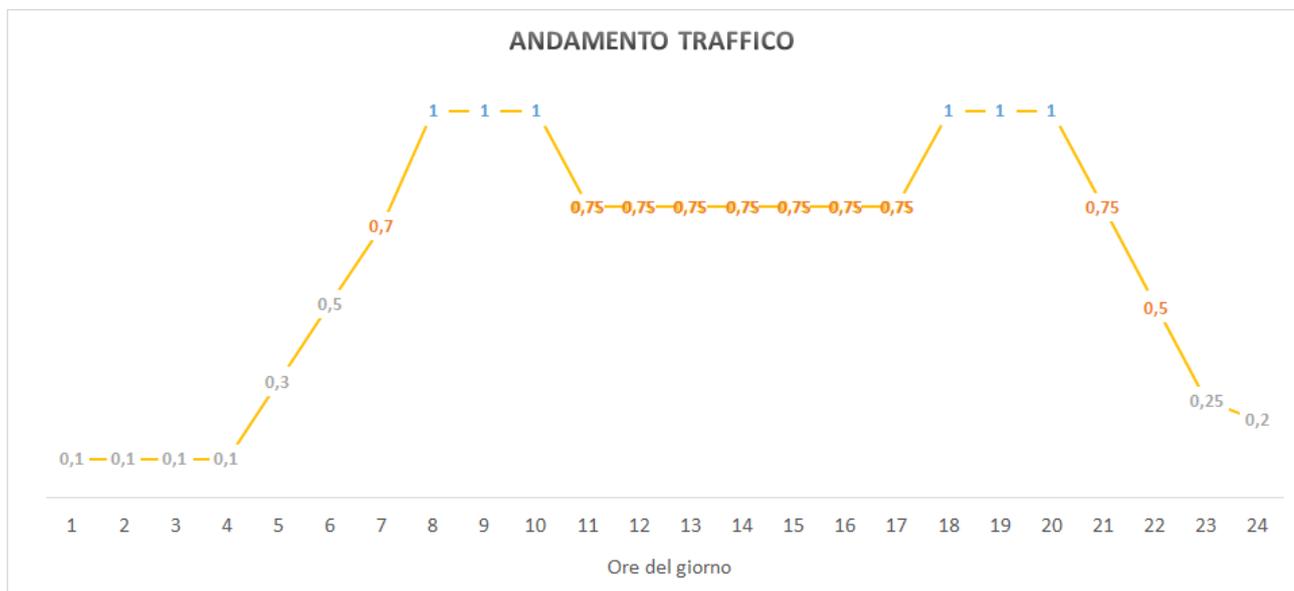
- Scenario di riferimento, corrisponde allo stato di fatto al 2025 senza interventi di progetto;
- Scenario di progetto, corrisponde al precedente scenario di riferimento al 2025 a cui si aggiunge il contributo del potenziamento dell’interconnessione A52 - A4.

Gli inquinanti quantificati e simulati, poiché tipici del traffico veicolare, sono: gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub> trasformato in NO<sub>2</sub> per valutare gli effetti sulla salute umana), le polveri (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), il monossido di carbonio (CO) e il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Per ciascuno dei due scenari analizzati lo Studio di Traffico allegato al Progetto ha messo a disposizione il flussogramma relativo all’ora di punta mattutina del giorno feriale in funzione della tipologia di veicolo (veicoli leggeri e pesanti), nonché la velocità di percorrenza.

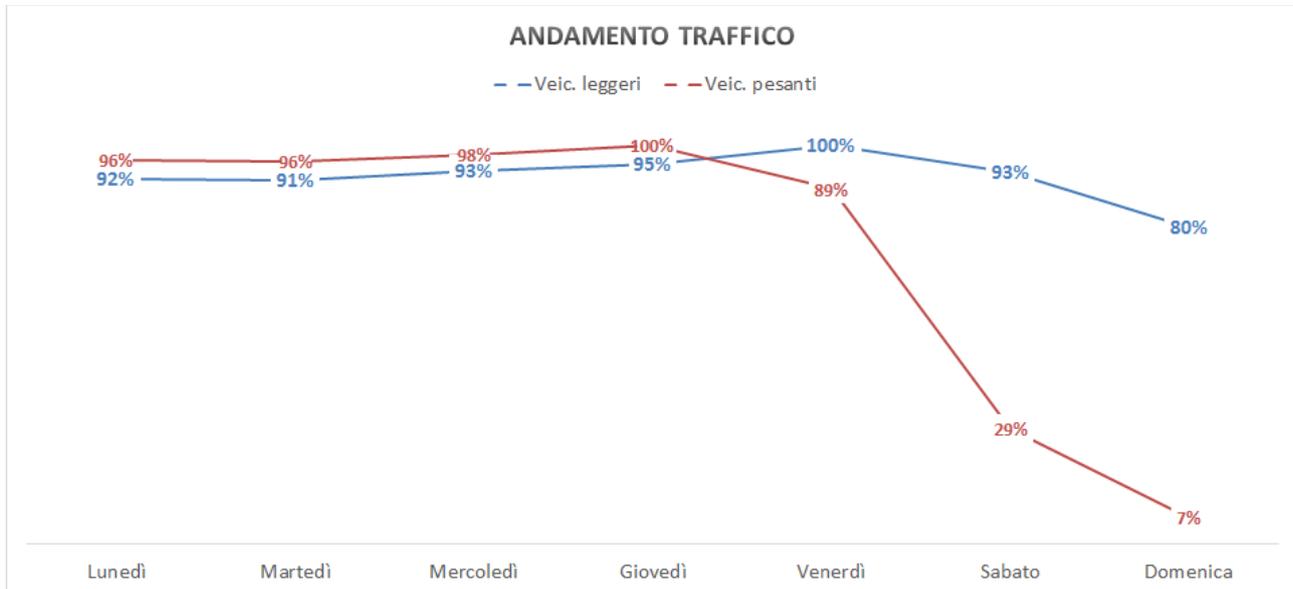
La modulazione oraria dei flussi veicolari all’interno del giorno è stata effettuata a partire dai coefficienti utilizzati nello Studio di Traffico allegato al Progetto. La modulazione oraria, riportata in Figura 1-6, è stata considerata valida per i veicoli leggeri e pesanti.

Figura 1-6 - Modulazione del flusso orario di veicoli rispetto al flusso dell’ora di punta



La distribuzione settimanale del traffico giornaliero per tipologia di veicolo (leggeri e pesanti) è stata invece ottenuta a partire dai rilievi effettuati da Auchan, in particolare prendendo in considerazione le misure registrate in corrispondenza della sezione R54 - 2 Viale Valtellina a Cinisello Balsamo tra l’11/05/2018 e il 17/05/2018, in entrambe le direzioni di percorrenza. Si riporta di seguito la modulazione del flusso giornaliero di veicoli per i veicoli leggeri e pesanti.

Figura 1-7 - Modulazione del flusso giornaliero per tipologia di veicolo



A partire da tali distribuzioni temporali e dall'ora di picco di traffico, sono stati stimati i flussi per tipologia di veicolo per ogni arco stradale.

### 1.3.1.2 Stima dei fattori emissivi

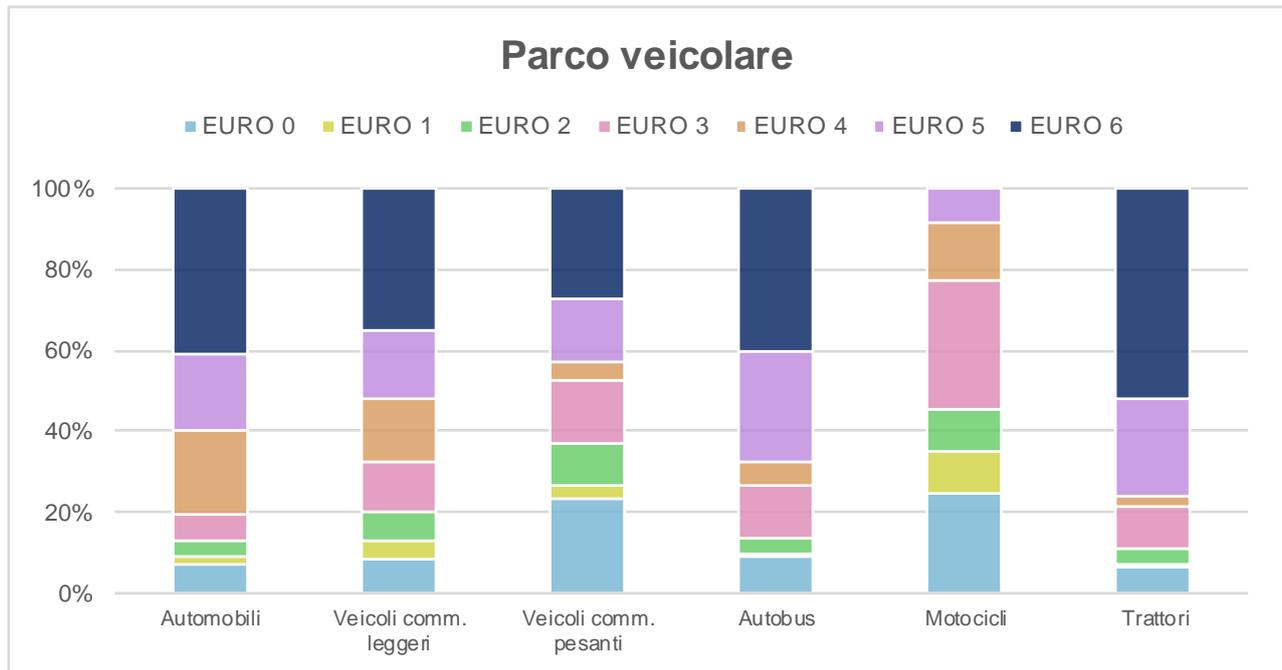
I fattori emissivi necessari per la stima delle emissioni sono stati ottenuti mediante il software COPERT versione 5.7 (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), il modello di riferimento europeo per le simulazioni delle emissioni da traffico CORINAIR. Si precisa che per il benzene è stato utilizzato anche il riferimento dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

I fattori di emissione sono stati stimati pesando i differenti veicoli a partire dal parco veicolare immatricolato ACI della Città Metropolitana di Milano e della provincia di Monza e della Brianza riferito all'anno 2022 (Tabella 1-2), ultimo anno disponibile al momento della predisposizione delle simulazioni. In Figura 1-8 si riporta la ripartizione in termini percentuali della categoria per tipologia di veicolo e per direttiva europea.

Tabella 1-2 - Parco veicolare della città metropolitana di Milano e della provincia di Monza e della Brianza (ACI, 2022)

Tipologia di veicolo	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Automobili	169'318	38'662	101'390	157'577	499'271	441'223	984'472
Veicoli commerciali leggeri	17'419	9'425	16'229	25'833	34'088	34'913	75'297
Veicoli commerciali pesanti	6'495	1'072	2'805	4'473	1'287	4'547	7'626
Autobus	472	24	228	686	329	1'471	2'154
Motocicli	116'208	49'594	49'700	153'932	68'409	38'325	0
Trattori	586	90	387	1'002	207	2'340	5'022

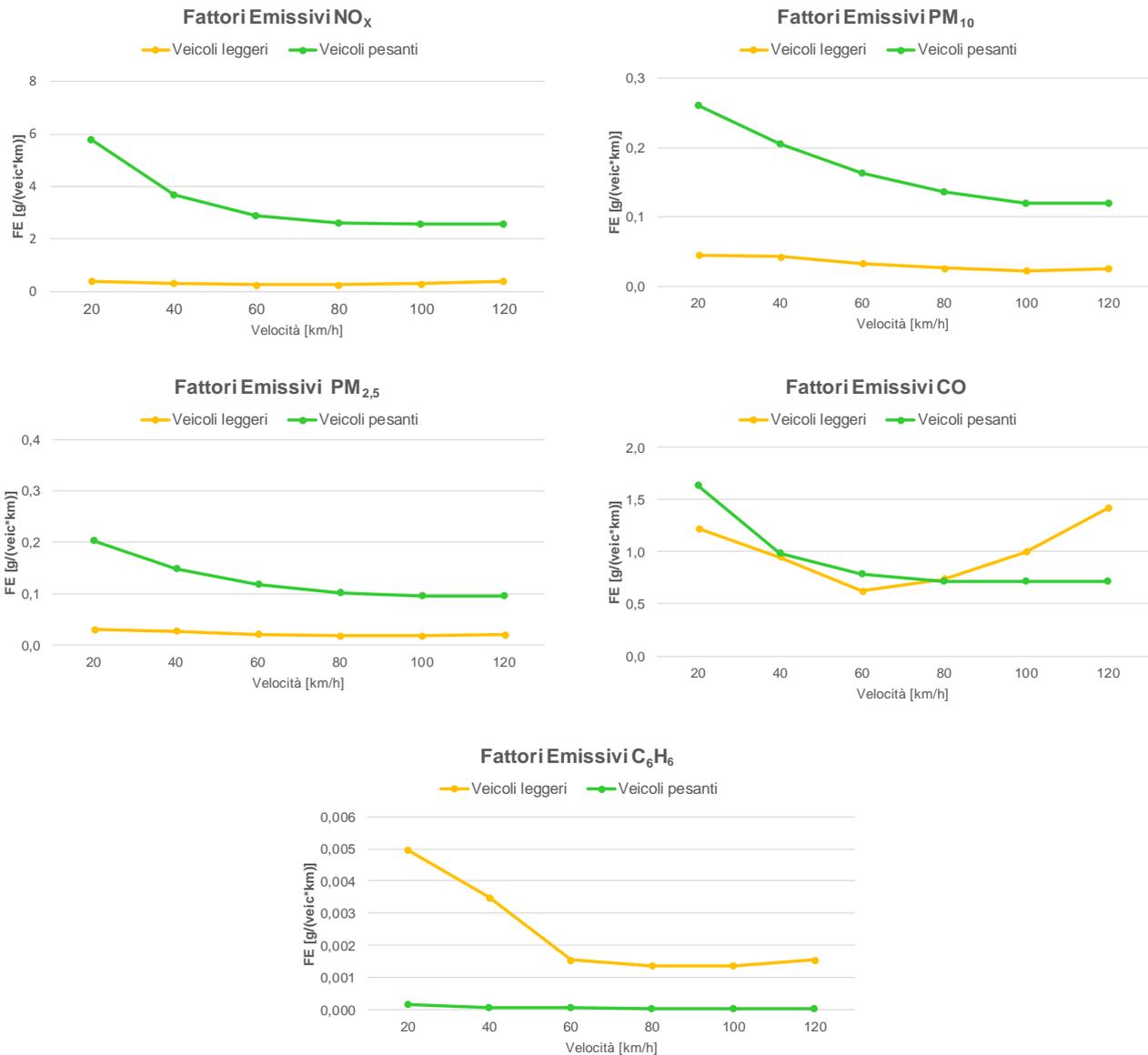
Figura 1-8 - Composizione percentuale del parco veicolare della città metropolitana di Milano e della provincia di Monza e della Brianza (ACI, 2022)



Il modello COPERT richiede in input:

- la composizione del parco veicolare (numero di veicoli e distribuzione dell'età per ogni categoria di veicolo – carburante, cilindrata, tipo veicolo, direttiva europea di riferimento);
- le condizioni di guida (percorrenza annuale e velocità media per classe di veicolo) da cui viene stimato il consumo totale di carburante;
- altri parametri (proprietà dei carburanti, condizioni climatiche, percorrenza percentuale di ogni tipologia veicolare su ogni tipologia stradale considerata).

Figura 1-9 - Andamento dei fattori di emissione per inquinante, in funzione della tipologia del veicolo (veicoli leggeri e pesanti) ed al variare della velocità



Oltre alle emissioni da combustione a freddo (in fase di accensione e partenza) e a caldo sono state stimate anche le emissioni evaporative in funzione del carburante del tipo di serbatoi di cui sono dotati i veicoli e della temperatura ambiente, ed infine, nel caso del particolato, quelle da abrasione (freni, pneumatici, manto stradale).

Grazie all'output di COPERT che restituisce i fattori emissivi suddivisi per inquinante, tipologia di strada, categoria COPERT (automobili, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, autobus, moto e trattori) e classe di velocità è stato possibile definire l'emissione totale per ciascuno scenario di traffico. Le velocità valutate sono rispettivamente: 20 km/h, 40 km/h, 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h e 120 km/h.

Nel grafico sopra, sono riportati i fattori emissivi ottenuti in funzione della categoria di veicolo e della velocità di transito. Si precisa che la categoria "trattori" è stata accorpata a quella dei veicoli commerciali pesanti.

In ragione del dettaglio disponibile dal modello del traffico, le categorie COPERT sono state accorpate, in funzione del numero veicoli e della loro percorrenza, in due macrocategorie:

- Veicoli leggeri: autovetture, motocicli, veicoli commerciali leggeri;
- Veicoli pesanti: veicoli commerciali pesanti, autobus.

### 1.3.1.3 Valutazione delle emissioni

La stima delle emissioni da traffico è stata effettuata tramite la seguente equazione:

$$E(a, i, h) = \sum_t n\_veic(a, t, h) * lung(a) * FE(v(a, h), t, i)$$

dove:

- $E(a, i, h)$  = emissione da traffico dello scenario considerato, dell'arco  $a$ , per l'inquinante  $i$ , all'ora  $h$  (espressa in g/h);
- $n\_veic(a, t, h)$  = numero di veicoli di tipo  $t$  circolanti nella fascia oraria  $h$ , sull'arco  $a$ ;
- $lung(a)$  = lunghezza dell'arco  $a$  (in km);
- $FE(v(a, h), t, i)$  = fattore di emissione in funzione della velocità  $v(a, h)$  di percorrenza (nell'ora  $h$  dell'arco  $a$ ) del mezzo  $t$ , dell'inquinante  $i$ , (in g/km).

In termini di velocità, a ciascun arco del reticolo stradale considerato sono stati associati 3 valori di velocità in funzione della fascia oraria:

- il valore derivante dal modello di traffico per le ore di punta (dalle ore 7 alle 10 e dalle ore 17 alle 20), inteso come media dei due eventuali sensi di marcia;
- il limite di velocità (ad es. 50 km/h per i tratti urbani) del tratto per la fascia notturna (dalle ore 22 alle 6);
- il valore medio dei due precedenti valori per le restanti ore della giornata.

A ciascun arco sono stati rispettivamente assegnati i fattori emissivi relativi al valore di velocità più prossimo, per ciascuna fascia oraria.

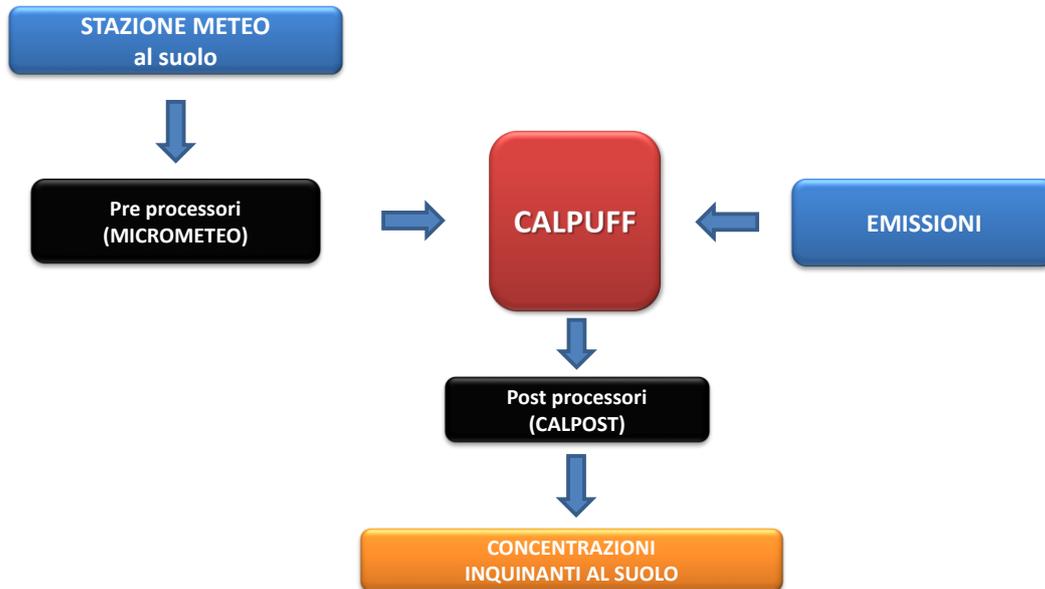
Sulla base della modulazione delle giornate tipo dei flussi veicolari e della velocità di percorrenza, sono state stimate le emissioni prodotte dai veicoli circolanti nei tratti stradali in analisi per i due scenari in esame e per ciascun inquinante, input per le simulazioni modellistiche per la valutazione delle concentrazioni al suolo.

### 1.3.1.4 Catena modellistica adottata

L'obiettivo di valutare l'impatto ambientale sulla qualità dell'aria è stato raggiunto con l'applicazione del modello CALPUFF versione 7.2.1 per la stima della dispersione degli inquinanti in atmosfera. I dati meteorologici misurati dalla stazione ARPA di Cinisello Balsamo (per dettagli si rimanda al paragrafo 3.2.3) sono stati elaborati mediante il pre-processore MICROMETEO, sviluppato da ARPA Veneto in collaborazione con TerrAria S.r.l.. Tale pre-processore consente l'interpolazione temporale dei dati meteorologici mancanti ed il calcolo dei parametri della turbolenza atmosferica (classe di stabilità atmosferica, altezza dello strato di rimescolamento, ecc.). I risultati del modello sono stati poi elaborati mediante il post-processore CALPOST che permette di estrarre le statistiche di legge per i diversi inquinanti (percentili, medie annue, ecc.).

In Figura 1-10 si riporta lo schema modellistico adottato, comprensivo dei principali pre-processor e post-processor impiegati.

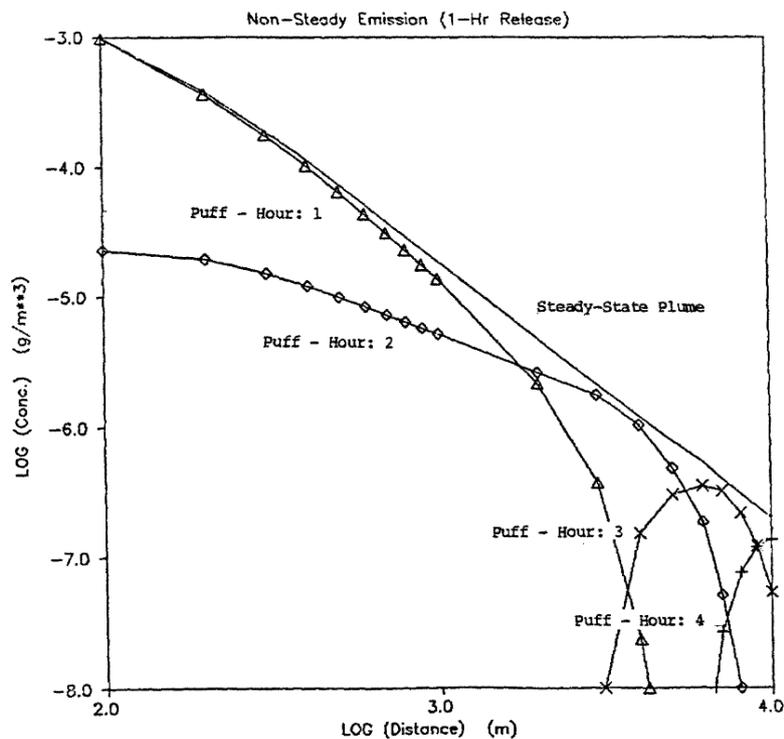
Figura 1-10 - Schema modellistico utilizzato



### 1.3.1.5 Modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera

Il modello adottato, CALPUFF (si è utilizzata la versione 7.2.1), è un modello lagrangiano, non stazionario a puff gaussiano, multistrato e multi - inquinante. È indicato dall'U.S. EPA (Environmental Protection Agency) per la stima dell'impatto di sorgenti emissive a scala locale con condizioni meteorologiche complesse.

Figura 1-11 - Schema di funzionamento del modello CALPUFF



In Figura 1-11 si riporta una riproduzione del funzionamento del modello a puff per la stima delle concentrazioni in corrispondenza del recettore in condizioni di emissioni non stazionarie, evidenziando la differenza rispetto all'utilizzo stazionario come un modello gaussiano tradizionale (ad esempio ISC3 o AERMOD).

Le caratteristiche di maggior interesse del modello sono:

- la trattazione modellistica delle condizioni di calma di vento;
- la capacità di simulare condizioni di flussi non omogenei (orografia complessa, inversione termica, fumigazione, brezza, ...);
- la possibilità di utilizzare un campo tridimensionale di vento e temperatura ed un campo bidimensionale di parametri di turbolenza (altezza dello strato di rimescolamento, caratteristiche di stabilità atmosferica, ...);
- l'utilizzo di coefficienti di dispersione dalle curve di Pasquill e McElroy o calcolati applicando la teoria della similarità;
- il calcolo dell'effetto scia (down wash) generato dagli edifici prossimi alle sorgenti.

Le tipologie principali di emissioni previste dal modello CALPUFF, a cui è possibile associare eventualmente anche un profilo temporale variabile, sono le seguenti:

- emissioni puntuali: l'emissione avviene da punti georeferenziati aventi caratteristiche fisiche e geometriche definite - non utilizzate in questo studio;
- emissioni lineari: l'emissione avviene da linea del dominio di interesse - non utilizzate in questo studio;
- emissioni areali: l'emissione avviene da un'area del dominio di interesse - non utilizzate in questo studio;
- emissioni volumetriche: l'emissione avviene all'interno di un volume avente caratteristiche e parametri di dispersione specifici - utilizzate in questo studio.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti.

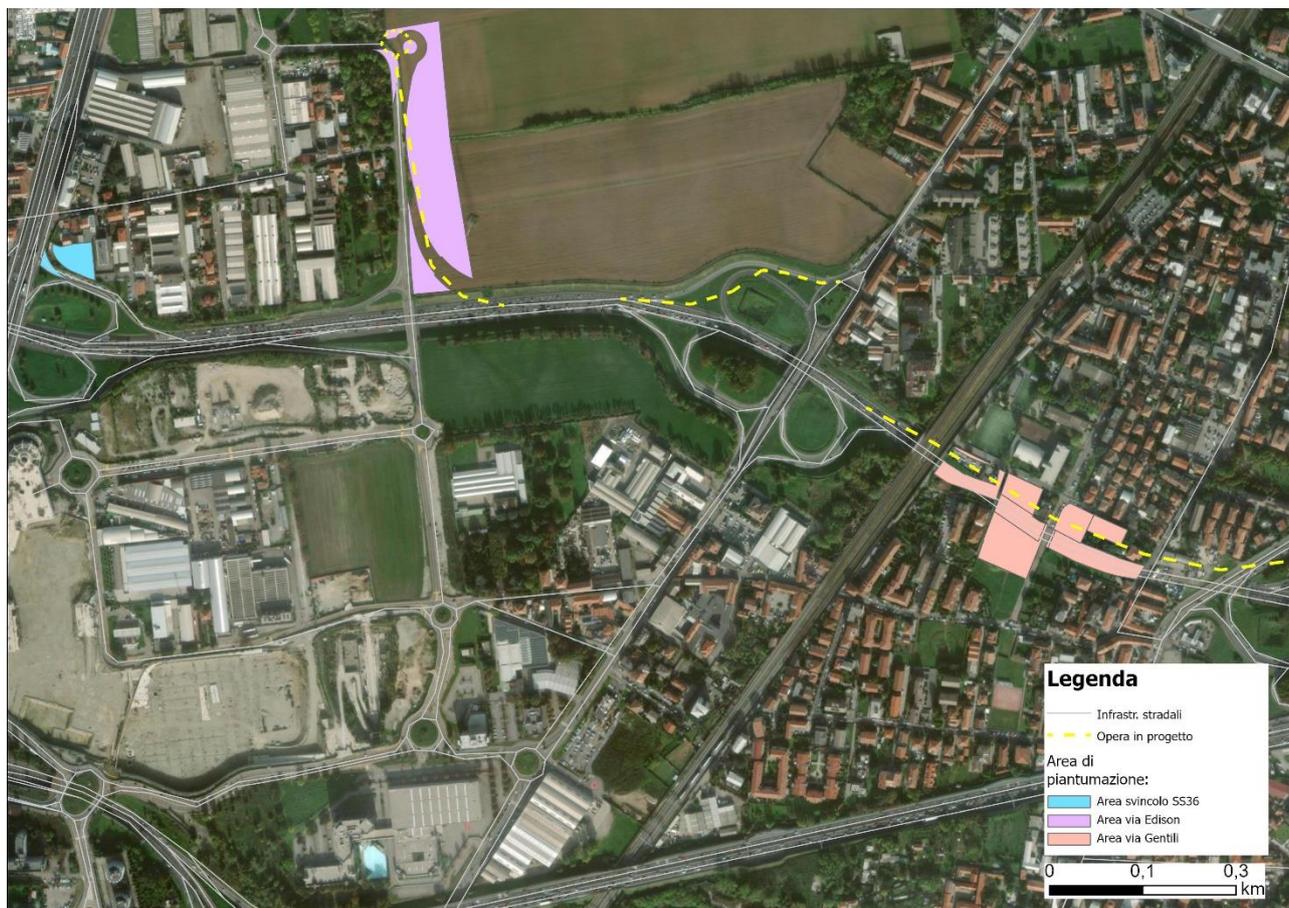
#### 1.3.1.6 Mitigazioni ambientali previste

Di seguito viene descritta la metodologia di stima delle emissioni atmosferiche catturate da parte delle colture arboree previste come opere di mitigazione ambientale al progetto.

Nell'intorno del tracciato dell'opera prevista sarà predisposta la messa a dimora di 901 esemplari tra alberi e arbusti.

Le opere di mitigazione sono organizzate in 3 aree, come mostrato in Figura 1-12, ossia in corrispondenza dello svincolo della SS36 (circa 2'300 m<sup>2</sup>), di via Edison (circa 19'920 m<sup>2</sup>) e di via Gentili (circa 16'070 m<sup>2</sup>).

Figura 1-12 - Aree di piantumazione previste



Gli esemplari previsti nelle 3 aree sono indicati rispettivamente nelle tabelle sottostanti.

Tabella 1-3 - Esempi vegetali presenti nell'Area svincolo SS36

Nome scientifico	Nome Comune
Tilia cordata	Tiglio selvatico
Celtis australis	Bagolaro
Ulmus minor	Olmo campestre

Tabella 1-4 - Esempi vegetali presenti nell'Area via Edison

Nome scientifico	Nome Comune
Tilia cordata	Tiglio selvatico
Celtis australis	Bagolaro
Ulmus minor	Olmo campestre
Prunus avium	Ciliegio
Morus alba	Gelso bianco
Acer campestre	Acero campestre
Crataegus monogyna	Biancospino
Prunus mahaleb	Ciliegio canino
Sambucus nigra	Sambuco
Viburnum opulus	Palla di neve
Ligustrum vulgare	Ligustro

Tabella 1-5 - Esempari vegetali presenti nell'Area via Gentili

Nome scientifico	Nome Comune
Prunus mahaleb	Ciliegio canino
Viburnum opulus	Palla di neve
Ligustrum vulgare	Ligustro
Malus sylvestris	Melo selvatico
Crataegus laevigata	Biancospino selvatico

Per il calcolo del beneficio emissivo legato alle opere di mitigazione, si è dapprima calcolato il fattore di assorbimento specifico per ogni pianta attraverso il software i-Tree, elaborato dal Forest Service dell'USDA (United States Department of Agriculture) che fornisce analisi forestali urbane e rurali, nonché strumenti di valutazione dei loro benefici (<https://www.itreetools.org/about>) sulla base della situazione meteorologica caratteristica dell'area di studio ricavata dai dati meteorologici rilevati dalla stazione dell'aeroporto di Linate (anno di riferimento 2015, ovvero l'ultimo anno avente i dati di inquinamento disponibili all'interno del tool).

I fattori di assorbimento per i diversi inquinanti considerati (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO e CO<sub>2</sub> equivalente) dipendono dalle dimensioni del tronco, misurato attraverso il parametro DBH (Diameter at Breast Height) e dallo stato di salute dei diversi esemplari. I valori sono riassunti nelle tabelle sottostanti, suddivisi tra le tre aree considerate.

Tabella 1-6 - Fattori di assorbimento per le diverse specie presenti nell'Area di svincolo SS36

Pianta	DBH (cm)	Fattori assorbimento (g/a)				
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	CO <sub>2</sub> eq
Tilia cordata	10	13,4	10,3	2,1	4,4	9'533,3
Celtis australis	10	17,4	13,4	2,7	5,7	5'133,3
Ulmus minor	10	15,5	12	2,4	5,1	10'633,3

Tabella 1-7 - Fattori di assorbimento per le diverse specie presenti nell'Area di via Edison

Pianta	DBH (cm)	Fattori assorbimento (g/a)				
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	CO <sub>2</sub> eq
Tilia cordata	10	13,4	10,3	2,1	4,4	9'533,3
Celtis australis	10	17,4	13,4	2,7	5,7	5'133,3
Ulmus minor	10	15,5	12	2,4	5,1	10'633,3
Prunus avium	10	12,4	9,6	1,9	4	13'933,3
Morus alba	10	15,2	11,7	2,4	4,9	14'666,7
Acer campestre	10	25,3	19,5	3,9	8,2	9'533,3
Crataegus monogyna	24	49,6	38,3	7,7	16,2	35'200
Prunus mahaleb	24	76,5	59,1	11,9	24,9	56'833,3
Sambucus nigra	24	18,5	14,3	2,9	6	19'433,3
Viburnum opulus	24	30,7	23,8	4,8	10	30'800,0
Ligustrum vulgare	24	124,9	96,5	19,5	40,7	63'433,3

Tabella 1-8 - Fattori di assorbimento per le diverse specie presenti nell'Area di via Gentili

Pianta	DBH (cm)	Fattori assorbimento (g/a)				
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	CO <sub>2 eq</sub>
Prunus mahaleb	24	76,5	59,1	11,9	24,9	56'833,3
Viburnum opulus	24	30,7	23,8	4,8	10	30'800,0
Ligustrum vulgare	24	124,9	96,5	19,5	40,7	63'433,3
Malus sylvestris	8	7,4	5,8	1,2	2,4	9'166,7
Crataegus laevigata	8	6,3	4,9	1	2,1	9'533,3

Dal prodotto tra i fattori di assorbimento per ciascuna specie ed il numero di esemplari presenti, è stato quindi possibile ottenere l'assorbimento totale, espresso in chilogrammi per anno, per ciascun inquinante considerato.

### 1.3.2 CLIMA

Dal punto di vista climatico, la valutazione delle pressioni attese in termini di emissioni di GHG (Green House Gases) derivanti dal progetto è stata condotta mediante un'analisi approfondita del contesto meteo-climatico ed emissivo attuale, seguita dalla quantificazione del contributo dell'opera in esame in termini di CO<sub>2</sub> equivalente.

## 1.4 FONTI INFORMATIVE UTILIZZATE

Si riporta di seguito l'elenco delle fonti utilizzate, suddivise rispettivamente per qualità dell'aria e clima.

- Qualità dell'aria
  - INventario Emissioni Aria (INEMAR) Regione Lombardia, <https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/HomeLombardia>
  - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia, <https://fetransp.isprambiente.it/#/home>
  - Automobile Club d'Italia (ACI), Autoritratto 2022, <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto.html>
  - Geoportale di Regione Lombardia, confini amministrativi, quote del territorio, scuole e strutture sanitarie, <https://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-ricerca>
  - Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA) della Lombardia, serie temporali delle stazioni meteorologiche e di qualità dell'aria, relazioni annuali e approfondimenti, [https://www.arpalombardia.it/Pages/ARPA\\_Home\\_Page.aspx](https://www.arpalombardia.it/Pages/ARPA_Home_Page.aspx)
  - National Center for Atmospheric Research Computational and Information Systems Laboratory, dati di copertura nuvolosa, <https://rda.ucar.edu/>
  - Regione Lombardia, zonizzazione regionale, <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/>
  - CALPUFF, CALPOST, CALSUM, modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera e post-processor, <http://www.src.com/>
  - Micrometeo, pre-processor meteorologico, ARPA Veneto e TerrAria srl

- COPERT 5.7, COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport, stima dei fattori emissivi, <https://www.emisia.com/utilities/copert/>
  - Environment Protection Agency (EPA), procedure per il calcolo dei fattori di emissione per attività di cantiere, <https://www.epa.gov/>
  - ARPA Toscana, linee guida per la valutazione delle emissioni per attività di cantiere, <http://www.arpat.toscana.it/>
  - Piano Regionale degli Interventi per la qualità dell'Aria, <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Cittadini/Tutela-ambientale/Qualita-della-aria/piano-regionale-degli-interventi-per-la-qualita-dell-aria/piano-regionale-degli-interventi-per-la-qualita-dell-aria>
- Clima
    - Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici (SCIA), dati climatici, [http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/Home\\_new.html](http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/Home_new.html)
    - INventario Emissioni Aria (INEMAR) Regione Lombardia, emissioni per i gas climalteranti e fattori di emissione medi da traffico, <https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/HomeLombardia>
    - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), sesto rapporto di valutazione, <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
    - Strategia europea adattamento ai cambiamenti climatici, [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy\\_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en)
    - Agenda 2030, <https://unric.org/it/agenda-2030/>
    - Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, <https://www.mite.gov.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>
    - Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, <https://www.mite.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici>
    - Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima, <https://www.mise.gov.it/index.php/it/per-i-media/2040668-pniec2030>
    - Piano per la transizione ecologica, <https://www.programmazioneeconomica.gov.it/wp-content/uploads/2022/02/PTE-trasmesso-ufficialmente.pdf>
    - Strategia regionale di adattamento ai cambiamenti climatici di Regione Lombardia, <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/servizi-e-informazioni/cittadini/Tutela-ambientale/Qualita-dell-aria/adattamento-al-cambiamento-climatico-verso-una-strategia-regionale/adattamento-al-cambiamento-climatico-la-strategia-regionale>

## 2 PRESSIONI ATTESE E AMBITO DI POTENZIALE INFLUENZA

### 2.1 AZIONI DETERMINANTI E AREE INTERESSATE

Il Progetto prevede l'introduzione dei seguenti elementi strutturali:

- realizzazione di un nuovo tratto prevalentemente in galleria in affiancamento alla galleria esistente e conseguente modifica dello svincolo tra A4 ed A52 per l'accesso alla stessa;
- ampliamento della piattaforma stradale (carreggiata nord) della Tangenziale Nord A52 con riconfigurazione a 3 corsie di marcia con emergenza;
- adeguamento dello svincolo di via Borgazzi mediante chiusura dell'attuale uscita "Monza Centro – Fermata Metro "Sesto San Giovanni 1°Maggio"" e modifica del tracciato della rampa di ingresso in Tangenziale dalla rotonda di via Borgazzi;
- realizzazione della nuova rampa di uscita dalla Tangenziale verso l'attuale via Edison;
- introduzione di una rotonda in prossimità della curva a 90° su via Edison, a nord della Tangenziale, innesto della rampa di nuova realizzazione;
- modifica dello svincolo tra l'A52 direzione Rho e l'SS36 direzione Lecco.

Figura 2-1 - Vista generale del progetto di potenziamento dell'interconnessione A52 - A4



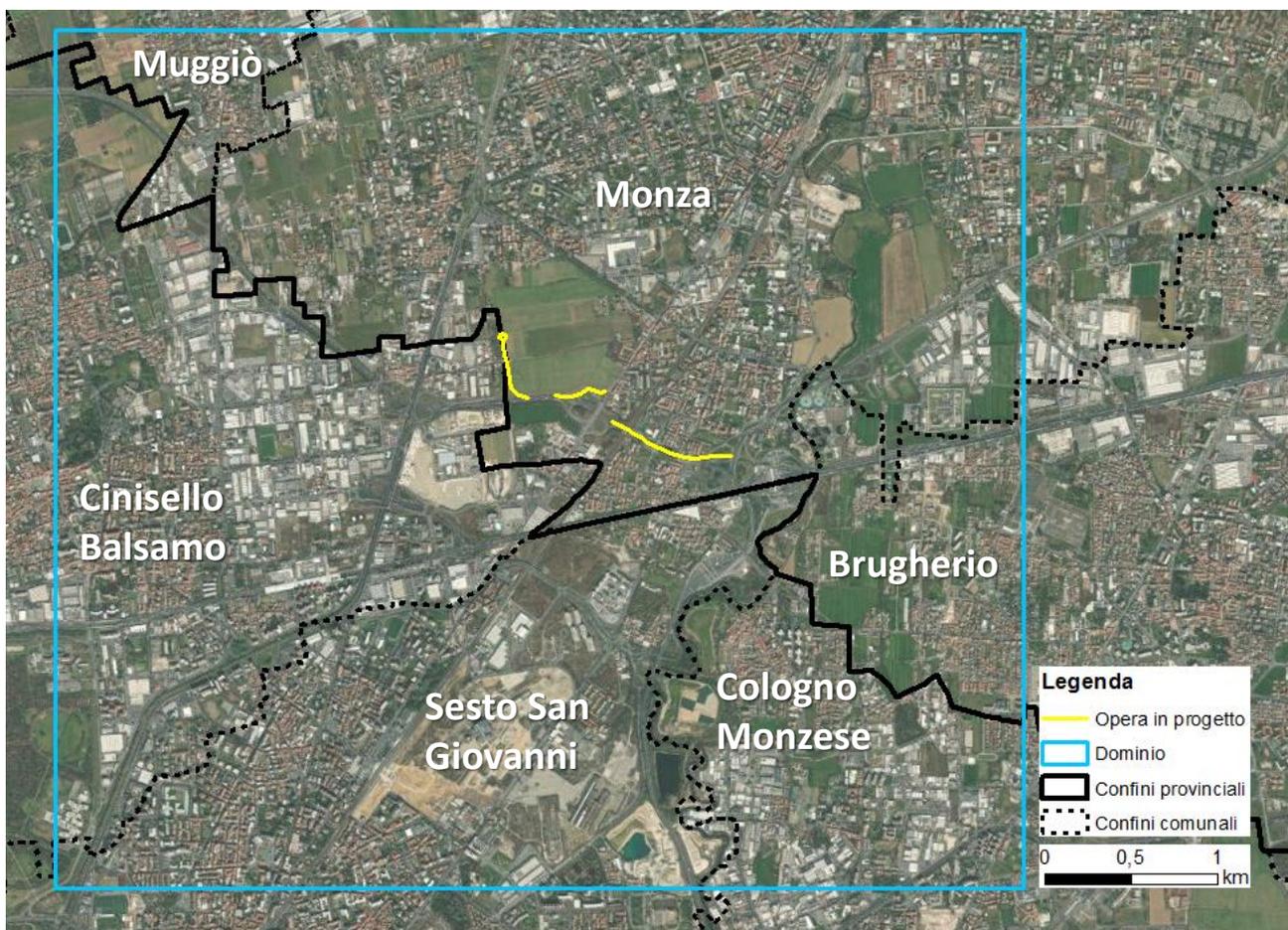
Le opere di progetto sono previste nei seguenti ambiti specifici:

- ambito infrastrutturale dello svincolo A4-A52 di S.Alessandro, caratterizzato da aree intercluse all'accesso in cui sono localizzate le infrastrutture viabilistiche di connessione tra l'A4 e l'A52, in prossimità della barriera di Milano Est;
- ambito urbano del quartiere S.Alessandro a Monza, caratterizzato da un tessuto edificato prevalentemente residenziale, dalla presenza del centro sportivo San Rocco e di un plesso scolastico comprendente la scuola secondaria S. Pertini, la scuola primaria Omero ed un asilo nido comunale. Nei pressi di via A. Gentili il progetto prevede la realizzazione della tratta di congiunzione tra l'A4 e

- l'A52, prevalentemente in galleria, ad esclusione di un breve tratto scoperto. Nella zona di via Gentili sono previsti i cantieri funzionali alla realizzazione della galleria di progetto;
- ambito agricolo periurbano del Casignolo a Monza, caratterizzato da seminativi semplici, in cui è prevista la realizzazione di un tracciato stradale di tipo urbano, che sostituisce l'attuale uscita A52 di via Borgazzi e permette di collegarsi alla rete viabilistica locale (via Edison). Il primo tratto monodirezionale in uscita dall'A52 è parzialmente in trincea;
  - ambito urbano a contatto con la SS36, caratterizzato dalla vicinanza di un tessuto urbano discontinuo e dalla presenza di insediamenti industriali. Il progetto prevede la modifica della rampa di accesso all'SS36 direzione Lecco dall'A52 direzione Rho, aumentandone il raggio di curvatura.

Il dominio di calcolo utilizzato per la valutazione modellistica effettuata mediante il modello CALPUFF delle pressioni e dei conseguenti impatti del progetto sul territorio è un rettangolo di dimensioni 5,6 km \* 5 km che comprende l'area interessata da trasformazione viabilistica legata al potenziamento dell'interconnessione A52 - A4 (Figura 2-2), che appartiene quasi esclusivamente al comune di Monza.

Figura 2-2 - Dominio di simulazione di CALPUFF



La stima modellistica della concentrazione di tutti gli inquinanti d'interesse è effettuata in corrispondenza dei recettori, ovvero dei punti del territorio, individuati mediante coordinate geografiche. Le concentrazioni sono state stimate, innanzitutto utilizzando una griglia regolare avente risoluzione pari a 200 m e, per valutare al meglio l'impatto del traffico, sono stati considerati in aggiunta circa 1'500 recettori discreti posizionati parallelamente alle strade, distanti 10 m dal ciglio stradale. Inoltre sono stati identificati i recettori sensibili presenti nel dominio, indicati in Tabella 2-1: essi includono scuole, strutture sanitarie, abitazioni più prossime alle infrastrutture stradali in progetto per un totale di 80 recettori sensibili. In Figura 2-3 sono rappresentati i recettori sensibili individuati mediante l'identificativo presente nella seguente tabella.

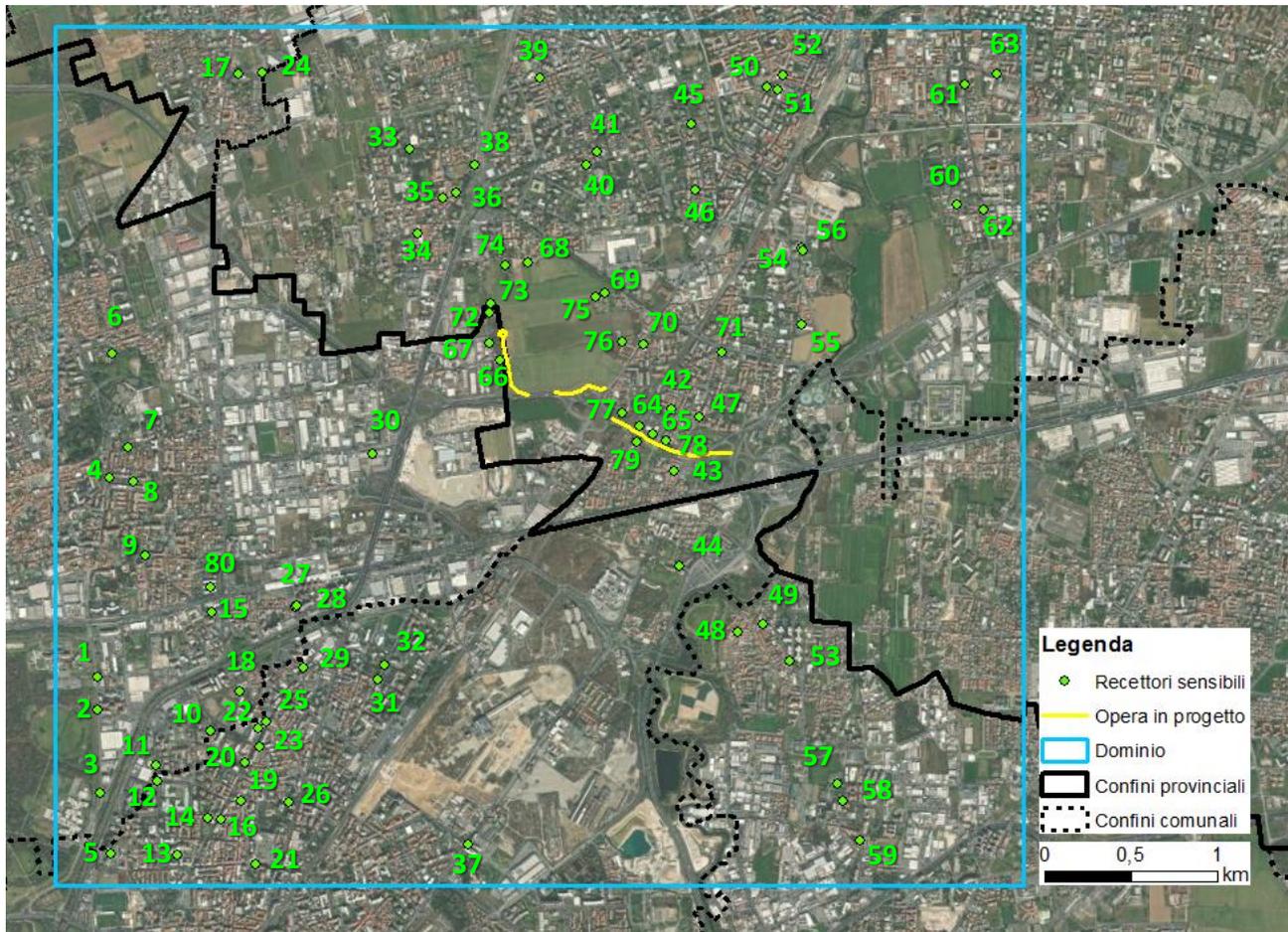
Tabella 2-1 - Recettori sensibili identificati nel dominio di calcolo

ID	Nome	Indirizzo	Comune
1	Complesso scolastico - G. Casiraghi	Via Gorki	Cinisello Balsamo
2	ASST Nord Milano - Ospedale Bassini	Via Massimo Gorki, 50	Cinisello Balsamo
3	Complesso scolastico - E. Montale e Cartesio	Via Gorki	Cinisello Balsamo
4	Scuola primaria - Piazza Costa	Piazza Costa	Cinisello Balsamo
5	Casa di cura Multimedita	Via Milanese, 300	Sesto San Giovanni
6	Scuola dell'infanzia - Buscaglia	Via Buscaglia	Cinisello Balsamo
7	Scuola dell'infanzia - Rinascita	Via Robecco	Cinisello Balsamo
8	Centro Territoriale Permanente	Piazza Costa	Cinisello Balsamo
9	Scuola primaria - Lincoln	Via S. Antonio	Cinisello Balsamo
10	Scuola primaria - Bauer	Via dei Partigiani	Cinisello Balsamo
11	Scuola dell'infanzia - Collodi	Via Saint Denis	Cinisello Balsamo
12	Complesso scolastico - De Nicola	Via Saint Denis	Sesto San Giovanni
13	Presidio Ospedaliero	Viale Giacomo Matteotti, 83	Sesto San Giovanni
14	Scuola dell'infanzia - Vittorino	Via Leopardi	Sesto San Giovanni
15	Scuola dell'infanzia V. Martinelli Colombo	Via Milazzo, 6	Cinisello Balsamo
16	Complesso scolastico - A. Spinelli - C. Molaschi	Via Leopardi	Sesto San Giovanni
17	Scuola dell'infanzia Paolo VI	Piazza San Giuseppe, 7	Muggiò
18	Scuola dell'infanzia Gesù adolescente	Via Don Bosco, 9	Cinisello Balsamo
19	Scuola primaria - Manzoni	Via Corridoni	Paderno Dugnano
20	Scuola secondaria di I grado - Breda	Viale Matteotti	Sesto San Giovanni
21	Scuola dell'infanzia - Primavera	Via Rovani	Sesto San Giovanni
22	Scuola secondaria di I grado Ercole Marelli	Viale Matteotti, 425	Sesto San Giovanni
23	Scuola primaria - Galli	Via Podgora	Sesto San Giovanni
24	Scuola secondaria di I grado - S. D'Acquisto	Via Beethoven	Muggiò
25	Complesso scolastico - Istituto Ernesto Breda	Viale Matteotti, 425	Sesto San Giovanni
26	Scuola dell'infanzia - Corridoni	Via Corridoni	Sesto San Giovanni
27	Scuola primaria e dell'infanzia	Via Sardegna	Cinisello Balsamo

ID	Nome	Indirizzo	Comune
28	Scuola secondaria di I grado Frank - Carino	Via Friuli	Cinisello Balsamo
29	Istituto professionale - Falck	Via Balilla	Sesto San Giovanni
30	Polo Geriatrico Riabilitativo	Via dei Lavoratori, 133	Cinisello Balsamo
31	Scuola dell'infanzia - Collodi	Via Boccaccio	Sesto San Giovanni
32	Scuola primaria - Sesto San Giovanni	Via Boccaccio	Sesto San Giovanni
33	Scuola secondaria di I grado - Sabin	Via Iseo	Monza
34	Scuola dell'infanzia - Andersen	Via Tazzoli	Monza
35	Scuola primaria - Alfieri	Via S. Fruttuoso	Monza
36	Scuola dell'infanzia Sacra Famiglia	Via Marelli, 10, frazione San Fruttuoso	Monza
37	Scuola primaria - Alighieri e Secondaria di I grado - Falck succursale	Via Falck	Sesto San Giovanni
38	Collegio della Guastalla	Viale Lombardia, 180	Monza
39	Scuola primaria - Tacoli	Via V. Pisani	Monza
40	Scuola secondaria di I grado - Zucchi	Via Toscana	Monza
41	Scuola primaria - B. Munari	Via Marche	Monza
42	Scuola primaria - Via Omero	Via Omero	Monza
43	Scuola primaria e dell'infanzia	Via S. Alessandro	Monza
44	Complesso scolastico - Luini	Via Mincio	Sesto San Giovanni
45	Scuola primaria - Puecher	Via Goldoni	Monza
46	Scuola dell'infanzia San Luca	Via Guerrazzi, 33	Monza
47	Scuola dell'infanzia - Sauro	Via Sauro	Monza
48	Scuola dell'infanzia Casa dei Bambini	Piazza Don Minzoni, 1	Cologno Monzese
49	Scuola secondaria di I grado - via Toti	Via Toti	Cologno Monzese
50	Scuola primaria - Dante	Via Pacinotti	Monza
51	Scuola dell'infanzia - Giotto	Via XX Settembre	Monza
52	Scuola dell'infanzia parrocchiale San Carlo	Via XX Settembre, 16	Monza
53	Scuola primaria - U. Foscolo	Via della Repubblica	Cologno Monzese
54	Centro Territoriale Permanente	Via Monte Grappa, 1	Monza
55	Istituto Caravaggio	Via Caravaggio, 21	Monza
56	Complesso scolastico	Via Montegrappa	Monza
57	Scuola dell'infanzia - via Levi	Via Levi	Cologno Monzese
58	Scuola dell'infanzia Santa Maria	Via Don Sturzo, 18	Cologno Monzese
59	Scuola primaria - Lombardia	Viale Lombardia	Cologno Monzese
60	Scuola primaria - Buonarroti	Via Pier della Francesca	Monza

ID	Nome	Indirizzo	Comune
61	Scuola dell'infanzia Regina Pacis	Via Buonarroti, 47	Monza
62	Scuola dell'infanzia Sant'Anna	Via Buonarroti, 106	Monza
63	Scuola secondaria di I grado - Ardigò Bellani	Via Foscolo	Monza
64	Centro sportivo San Rocco	Via Paisiello, 55	Monza
65	Scuola secondaria di I grado Sandro Pertini	Via Gentili	Monza
66	Residenziale	Via Edison - Casignolo	Cinisello Balsamo
67	Residenziale	Via Dante di Nanni	Cinisello Balsamo
68	Insedimento residenziale	Via Aldina	Monza
69	Residenziale	Via Trasimeno	Monza
70	Residenziale	Via Borgazzi	Monza
71	Chiesa di San Rocco	Via San Rocco, 3	Monza
72	Abitazione	Via Finale	Cinisello Balsamo
73	Abitazione	Via Lago Trasimeno	Monza
74	Abitazione	Via Aldina	Monza
75	Abitazione	Via Valganna	Monza
76	Abitazione	Via Cividale del Friuli	Monza
77	Abitazione	Via Asiago	Monza
78	Abitazione	Via Aristotele	Monza
79	Abitazione	Via Donatori di Sangue	Monza
80	Stazione di qualità dell'aria	Via Lincoln	Cinisello Balsamo

Figura 2-3 - Localizzazione dei recettori sensibili presenti nel dominio



## 2.2 PRESSIONI ATTENDIBILI

### 2.2.1 QUALITÀ DELL'ARIA

#### 2.2.1.1 Fase di cantiere

Di seguito vengono descritte le principali operazioni che contribuiscono all'emissione di inquinanti in atmosfera nella fase di cantiere. In particolare, l'analisi è stata condotta valutando il particolato e gli ossidi di azoto emessi in quanto costituiscono i principali fattori di impatto di questa fase. Per quanto riguarda il particolato, si è deciso di incentrare la stima sul PM<sub>10</sub> e il PM<sub>2,5</sub> anziché sulle Polveri Totali Sospese (PTS), sia in relazione alla maggiore pericolosità intrinseca per la salute umana, sia per la possibilità di poter confrontare i risultati delle simulazioni con i limiti normativi vigenti.

Le attività di cantiere che contribuiscono alle emissioni di inquinanti in atmosfera sono:

- emissioni dei mezzi meccanici e delle apparecchiature di cantiere;
- emissioni generate dai mezzi pesanti per il trasporto del materiale di cantiere, di cava e dei rifiuti prodotti;
- produzione e risollevarimento di polveri provenienti da attività di manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti;
- passaggio dei mezzi di cantiere su strade non asfaltate.

Secondo quanto riportato dal cronoprogramma di progetto, le attività si svolgeranno lungo un arco temporale di 20 mesi corrispondenti a 335 giorni lavorativi e saranno distribuite spazialmente in 5 macroaree di cantiere:

- Tratto in galleria per ampliamento della Tangenziale Nord A52;
- Terza corsia sull'asse principale dell'A52;
- Raccordo con via Thomas Edison;
- Svincolo A52 verso Monza Centro e via Borgazzi;
- Innesto sulla SS36.

Si precisa che nelle analisi riportate di seguito sono state considerate solo le attività operative in campo caratterizzate pertanto dalla generazione di emissioni inquinanti. Tali attività si sviluppano lungo 16 mesi di cantiere.

Di seguito si riportano per ogni area di cantiere i volumi di materiale in ingresso (Tabella 2-2) e i volumi di materiale rimosso e/o manipolato (Tabella 2-3) dove, per quest'ultima attività si sono prese in considerazione le seguenti lavorazioni:

- Cantierizzazione, scotico e realizzazione delle piste di cantiere;
- Palificazione e diaframmi;
- Scavo della copertura di galleria e successivo riempimento della stessa;
- Attività di bonifica;
- Scavo della galleria vera e propria;
- Sterri e movimentazione terre dovute alla realizzazione di rilevati, trincee, massicciate stradali e vasche idrauliche.

Tabella 2-2 – Volumi (mc) di materiale in ingresso al cantiere per macroaree

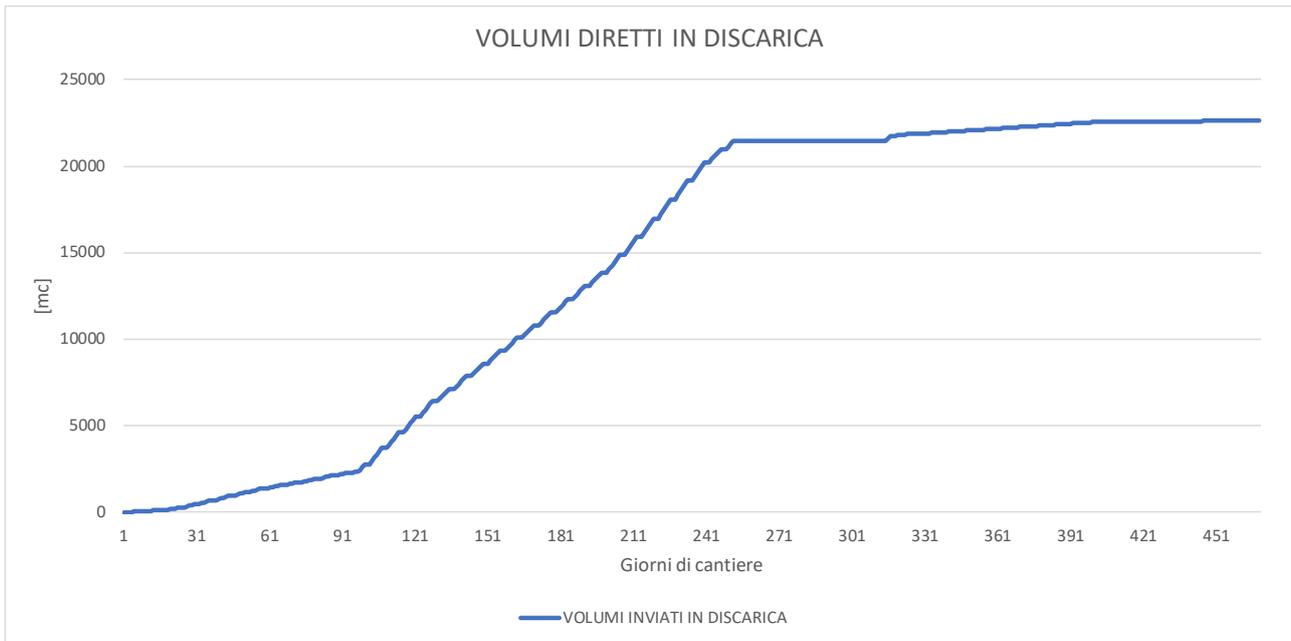
Materiale (mc)	Galleria	Sv. via Borgazzi	Terza Corsia A52	Raccordo via Edison	Innesto SS36	TOTALE
Cemento	1'922,3	652,9	1'046,2	2'820,3	168,5	6'610,2
Asfalto	2'238,0	485,4	3'439,3	1'874,3	164,6	8'201,6
Vegetazione	846,4	211,9	842,8	1'409,9	93,7	3'404,7
Finiture	0,0	0,0	0,0	55,42	0,0	55,42
Materiali per bonifiche	0,0	0,0	0,0	6'790,4	0,0	6'790,4

Tabella 2-3 – Volumi (mc) derivanti dalle attività di scavo, bonifica, demolizione e riporto per macroaree

Materiale (mc)	Galleria	Sv. via Borgazzi	Terza Corsia A52	Raccordo via Edison	Innesto SS36	TOTALE
Scavi	29'186,0	1'314,1	21'286,8	18'932,4	631,7	71'351,0
Demolizioni	742,5	1'500,9	2'637,4	64,19	218,4	5'163,39
Riporti	14'086,7	1'889,6	77,8	1'225,1	11,7	17'290,9
Scotico	804,1	1'448,6	1'135,5	2'458,0	103,1	5'949,3
Palificazioni e diaframmi	16'161,0	0	0	0	0	16'161,0

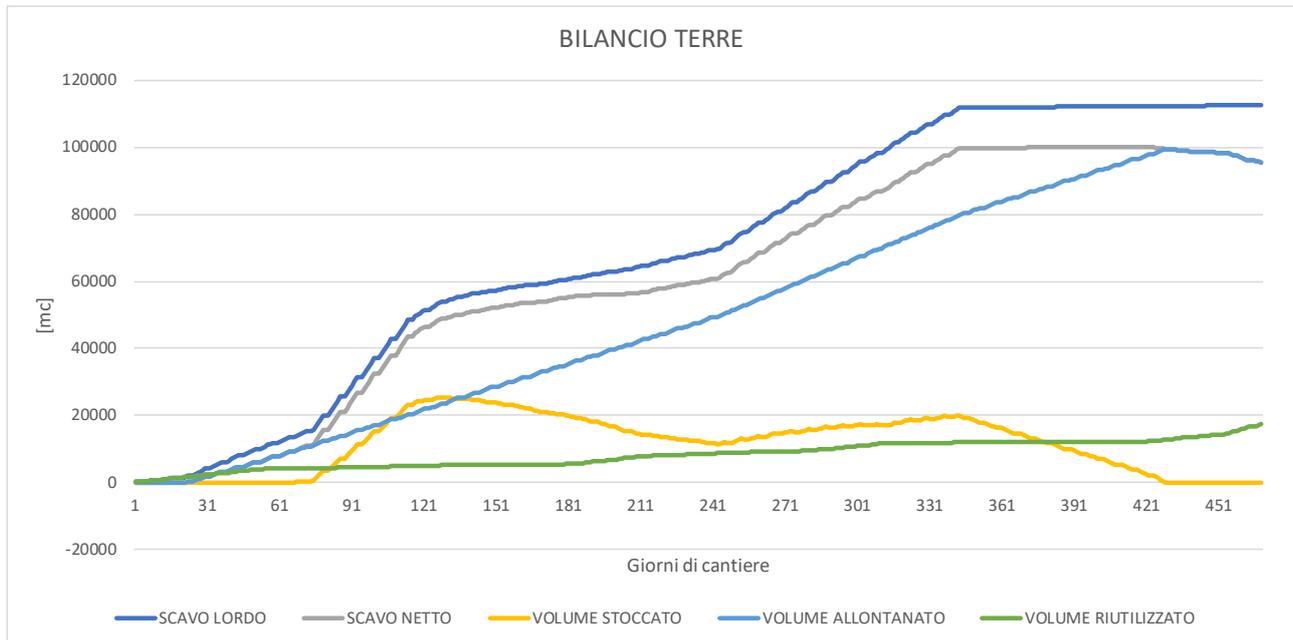
Per le attività di demolizioni, palificazione, scavo dei diaframmi e delle terre provenienti dallo svincolo di via Borgazzi si è considerato il trasporto del materiale direttamente in discarica. Tale volume risulta pari a 22'638,4 mc e non ne è previsto il deposito temporaneo in cantiere. L'andamento del quantitativo cumulato, inviato in discarica, è rappresentato nella figura seguente. Nella stima dei tempi si è tenuto presente il cronoprogramma di progetto e l'operatività del cantiere esclusivamente nei giorni feriali.

Figura 2-4 – Andamenti dei volumi cumulati (mc) conferiti direttamente in discarica



Le restanti lavorazioni generano invece un calcolo dei volumi più complesso, nel quale alla somma delle terre scavate viene sottratto il materiale reimpiegato nell'opera stessa. In questo modo si è ricavato il materiale destinato ai depositi intermedi previsti nelle aree di cantiere. Il risultato di tale calcolo è illustrato in Figura 2-5, dove al materiale complessivamente scavato (linea blu scuro) viene sottratto il materiale destinato al reimpiego (linea verde). Il risultato dato dalla differenza è rappresentato dalla linea grigia, il materiale destinato ad essere allontanato,

Figura 2-5 – Bilancio delle terre (mc)



A questo materiale viene sottratto quello che, quotidianamente, viene allontanato dal cantiere e portato nei siti di conferimento finale (linea azzurra). Si è stimato cautelativamente che l'impresa utilizzi non più di 2 camion a cassone a 4 assi (volume utile massimo di 20 mc) e che ogni camion possa effettuare un totale di 8 viaggi giornalieri, per cui complessivamente si è stimato che vengano rimossi 320 mc di terre di scavo al giorno. Bilancio di questa sottrazione è il materiale che, di giorno in giorno, è presente nei depositi temporanei (linea gialla).

Dal grafico emerge che si prevede un volume massimo di accumulo pari a 28'054 mc. Le aree individuate per lo stoccaggio di terre e rocce da scavo sono indicate nella figura successiva e nel dettaglio sono:

- Area 1 – Ramo 1 (4'800 mq), Area 2 – Ramo 3 (31'300 mq), Area 3 – Galleria (1'250 mq), Area 4 - Galleria (3'500 mq), Area 5 – Muggiò (700 mq)

Figura 2-6 – Localizzazione delle aree di stoccaggio



Ipotizzando come già detto l'impiego di camion da 20 mc, con un carico massimo al 90% (18 mc), è possibile stimare il numero dei viaggi che i camion dovranno effettuare per il trasporto dei materiali in ingresso, in uscita e per il conferimento delle terre ai depositi temporanei. La Figura 2-7 riporta il totale dei viaggi stimati per ogni mese di cantiere considerando:

- 2 viaggi per il materiale in ingresso e uscita dal cantiere (andata e ritorno);
- 4 viaggi per il materiale accumulato in cantiere (dallo scavo al deposito e ritorno e poi dal deposito all'area di accumulo e ritorno)

Il numero di viaggi massimi giornalieri così stimato è pari a 146 viaggi/giorno, valore che si verifica solo per 5 giorni per l'intera durata del cantiere. Inoltre se si escludono quelli interni al cantiere, il numero di viaggi massimi sulla viabilità ordinaria si riduce a 130 viaggi/giorno. Di seguito si riportano la distribuzione temporale e spaziale del numero di viaggi.

Figura 2-7 – Numero di viaggi mensili stimati per il trasporto dei materiali in ingresso, uscita e alle aree di stoccaggio

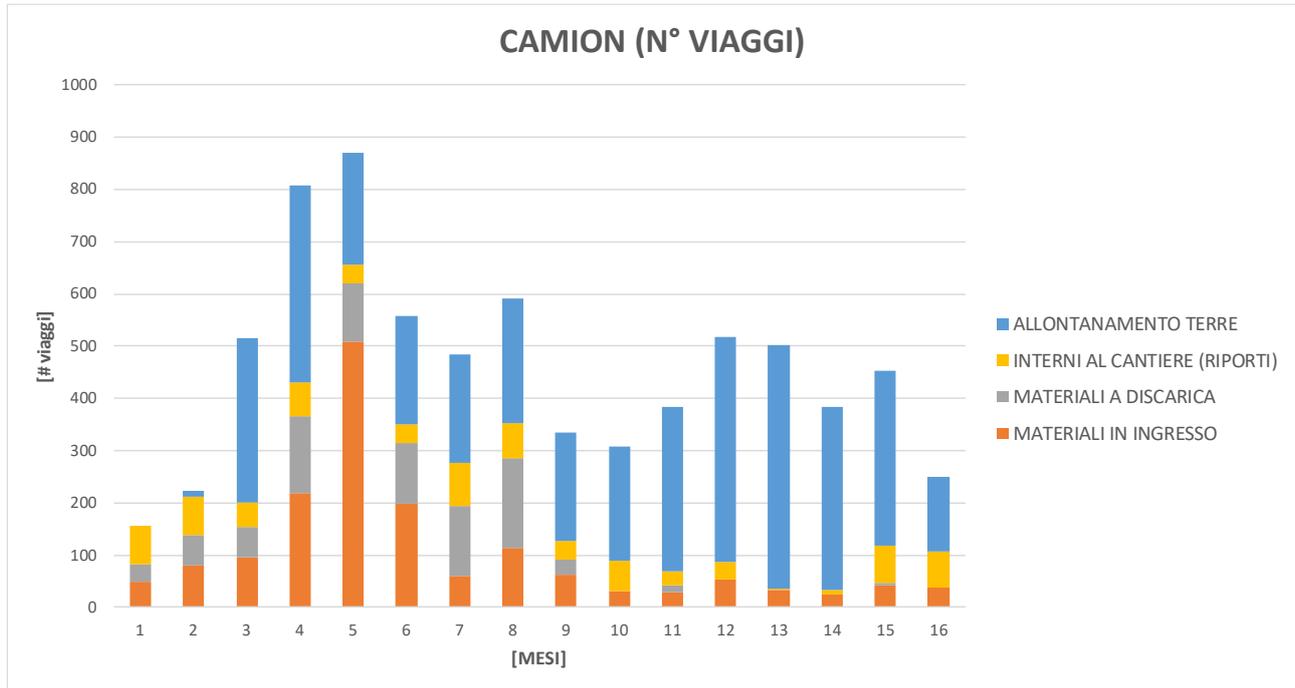
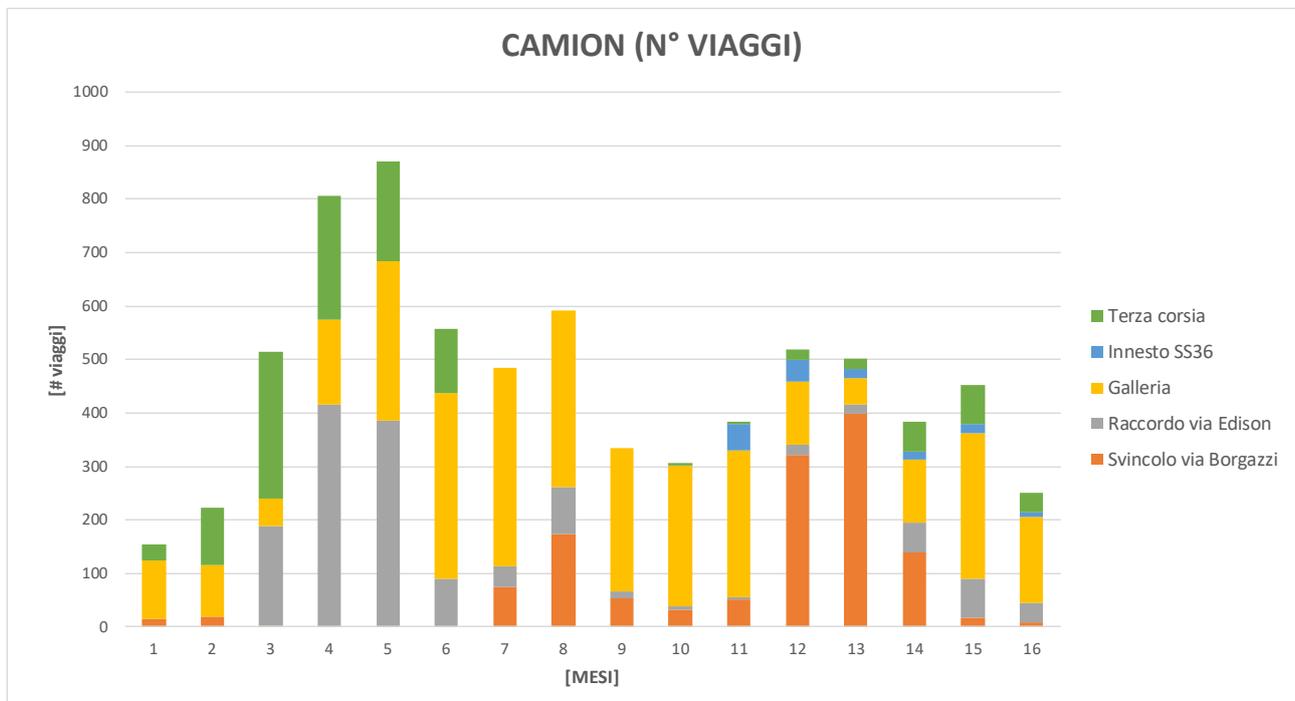


Figura 2-8 – Numero di viaggi mensili stimati per il trasporto dei materiali in ingresso, uscita e alle aree di deposito temporaneo per area di cantiere



Infine nella tabella seguente vengono elencati il numero e la tipologia dei mezzi di cantiere che saranno impiegati con una stima delle ore di utilizzo. I giorni di utilizzo sono stati estrapolati dal cronoprogramma di progetto. La percentuale di utilizzo rappresenta una stima cautelativa delle ore/giorno in cui il mezzo sarà utilizzato alla massima potenza a cui il calcolo delle emissioni viene effettuato.

Tabella 2-4 – Tipologia dei mezzi meccanici utilizzati in fase di cantiere

Tipologia Mezzi	Numero	kW	Giorni	Ore/giorno	% di utilizzo	Ore Totali
Perforatrice per micropali	2	175	90	16	50%	1440
Pale e escavatori	2	350	310	8	50%	2480
Benna mordente	2	350	133	16	50%	2128
Martelli demolitori	2	2	325	8	50%	2600
Autobetoniere	3	100	294	8	50%	3528
Gru cingolate	1	200	330	10	50%	1650
Battipalo	1	50	32	8	50%	128

In funzione delle operazioni di cantiere, le ore di utilizzo sono state distribuite secondo le attività previste dal cronoprogramma. Di seguito si riportano le ore di utilizzo dei mezzi di cantiere sia per tipologia di mezzo che per area di cantiere.

Figura 2-9 – Numero di ore di utilizzo dei mezzi di cantiere per tipologia di mezzo e per mese

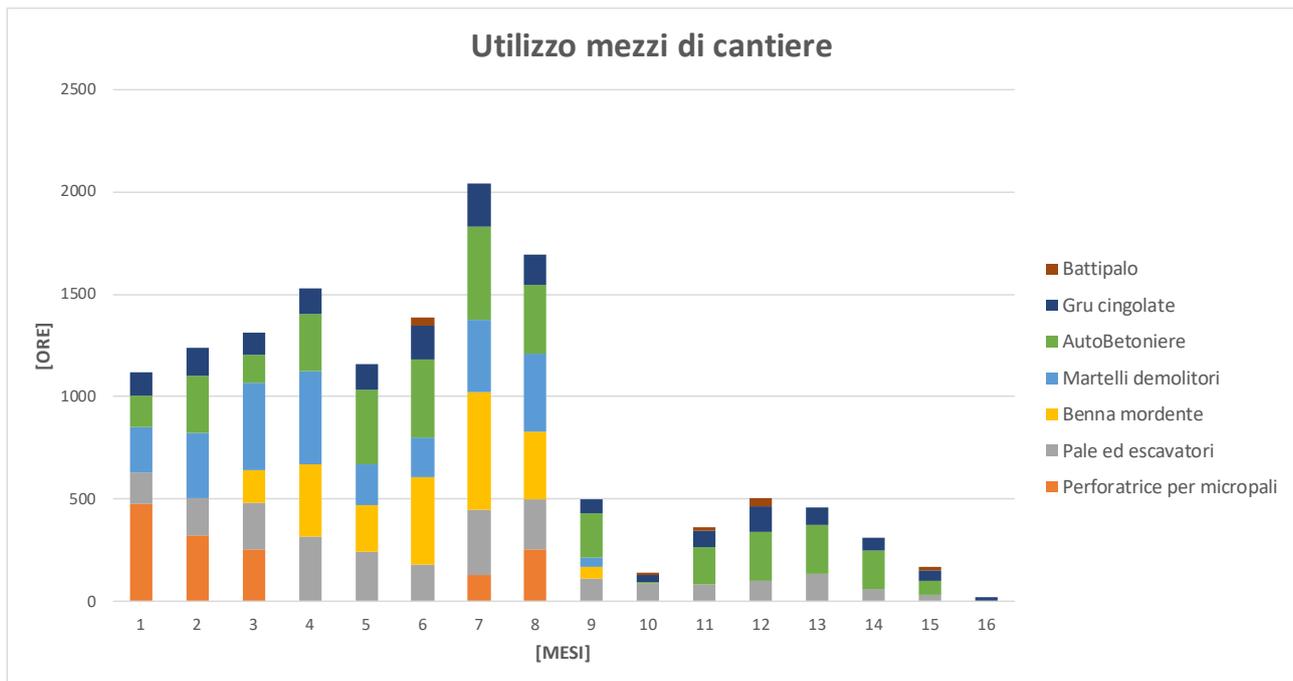
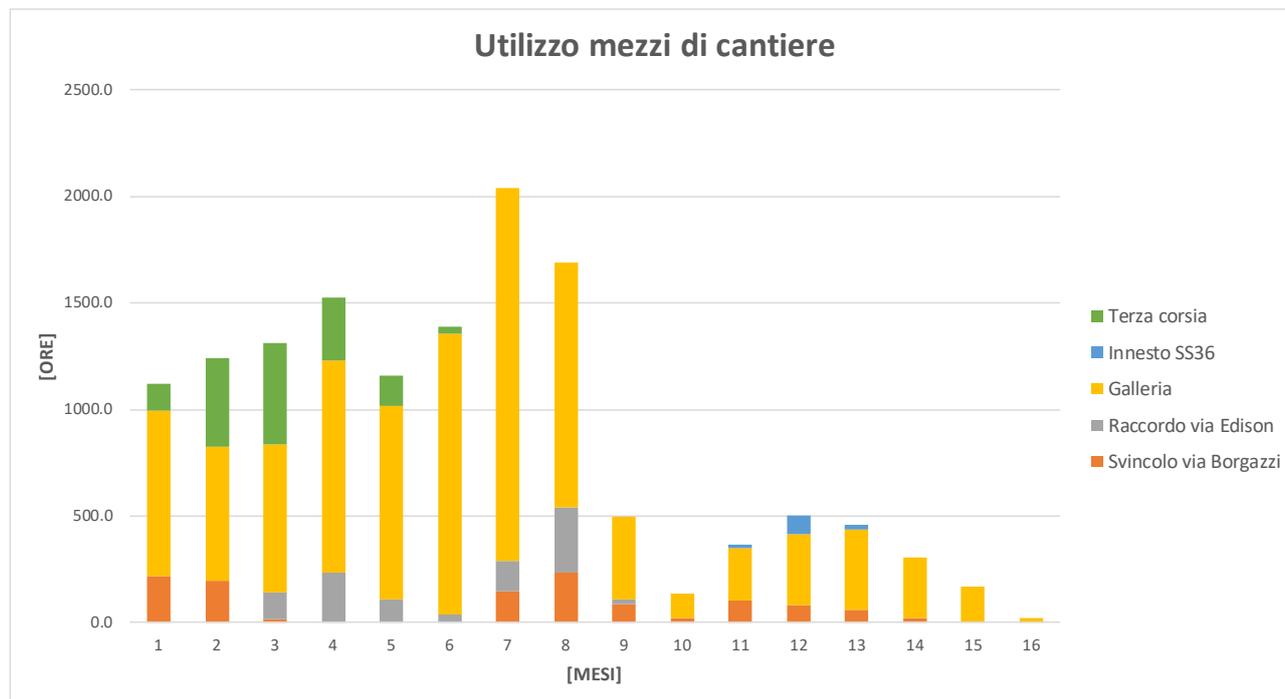


Figura 2-10 – Numero di ore di utilizzo dei mezzi di cantiere per area di cantiere e per mese



#### 2.2.1.1.1 Emissioni dei mezzi di cantiere

Per effettuare la stima delle emissioni generate dai mezzi meccanici a combustione di cantiere, sono state considerate le specifiche tecnologie dei macchinari, la loro potenza e le tempistiche di utilizzo degli stessi presentati nel paragrafo precedente.

Per il calcolo delle emissioni sono state utilizzate le indicazioni fornite dall’Agenzia Europea per l’Ambiente per la stima degli inventari emissivi (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery<sup>1</sup>). Tale documento riporta i fattori emissivi (per kWh) delle singole macchine utilizzate suddivisi secondo gli standard legislativi di immatricolazione (Stage I, Stage II, ecc....). Per minimizzarne l’impatto si prevede che all’interno del cantiere possano essere utilizzati mezzi che rispettino almeno lo standard legislativo Stage IV (Direttiva del Consiglio Europeo 97/68/EC). I fattori emissivi considerati sono riportati nella tabella successiva.

Tabella 2-5 – Fattori emissivi utilizzati in g/kWh (Fonte: *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2019 – Group 1.A.4: Non road mobile machinery*) - Standard legislativo Stage IV o superiore

Tipologia Mezzi	kW	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM <sub>10</sub> (g/kWh)	PM <sub>2,5</sub> (g/kWh)
Perforatrice per micropali	175	0,40	0,03	0,03
Pale e escavatori	350	0,40	0,03	0,03
Benna mordente	350	0,40	0,03	0,03
Martelli demolitori	2	6,08	0,40	0,40
Autobetoniere	100	0,40	0,03	0,03
Gru cingolate	200	0,40	0,03	0,03

<sup>1</sup> <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

Tipologia Mezzi	kW	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	PM <sub>10</sub> (g/kWh)	PM <sub>2,5</sub> (g/kWh)
Battipalo	50	3,81	0,03	0,03

Di seguito si riporta la stima delle emissioni totali relative a ciascun mezzo meccanico impiegato nella fase di cantiere ottenuta utilizzando i fattori emissivi sopra riportati (Tabella 2-4) e considerando l'impiego di ciascuno (Tabella 2-5).

Tabella 2-6 – Emissioni totali (kg) stimate per l'utilizzo dei mezzi meccanici nella fase di cantiere

Tipologia Mezzi	NO <sub>x</sub> (kg)	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Perforatrice per micropali	100,8	6,3	6,3
Pale e escavatori	347,2	21,7	21,7
Benna mordente	297,9	18,6	18,6
Martelli demolitori	31,6	2,1	2,1
Autobetoniere	141,1	8,8	8,8
Gru cingolate	132,0	8,3	8,3
Battipalo	24,4	0,2	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>1'075,0</b>	<b>65,9</b>	<b>65,9</b>

Le emissioni così ottenute sono quindi state distribuite temporalmente e spazialmente in funzione delle attività del cronoprogramma in cui saranno impiegati i mezzi. A titolo di esempio di seguito si riportano le emissioni degli ossidi di azoto distribuite lungo l'arco temporale del cantiere e nelle 5 macroaree considerate.

Figura 2-11 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) per tipologia di mezzo impiegato

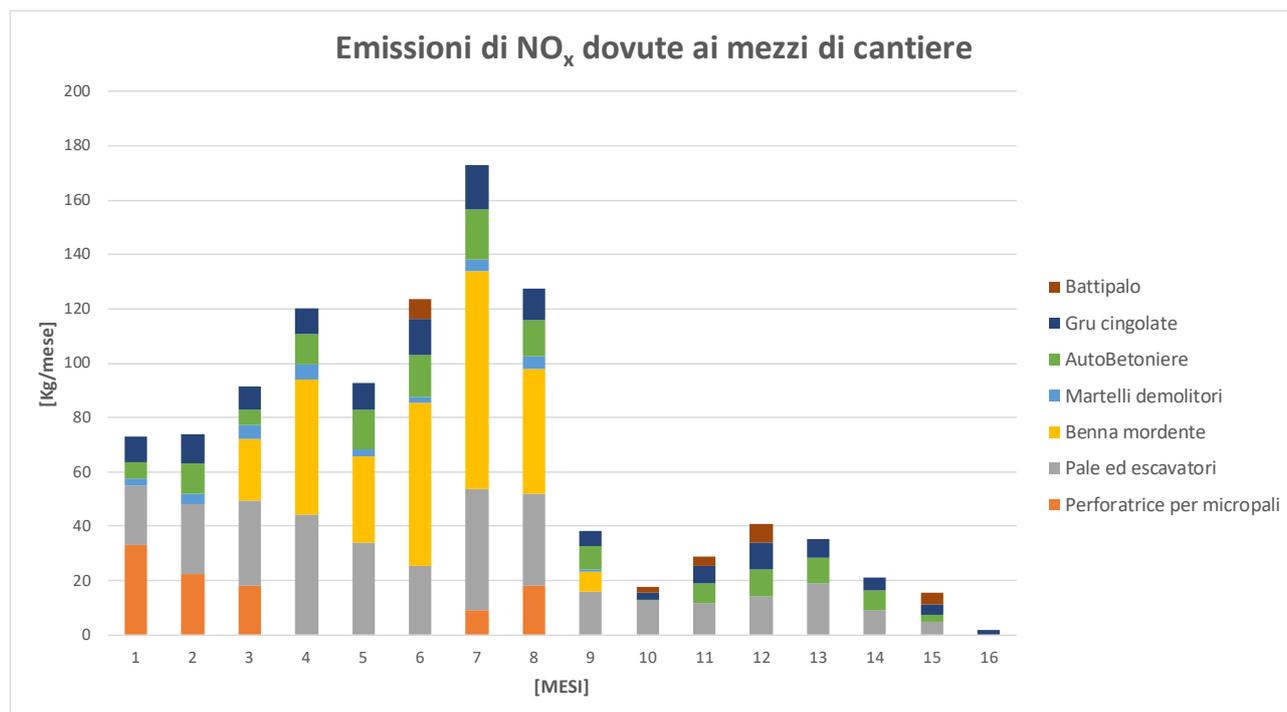
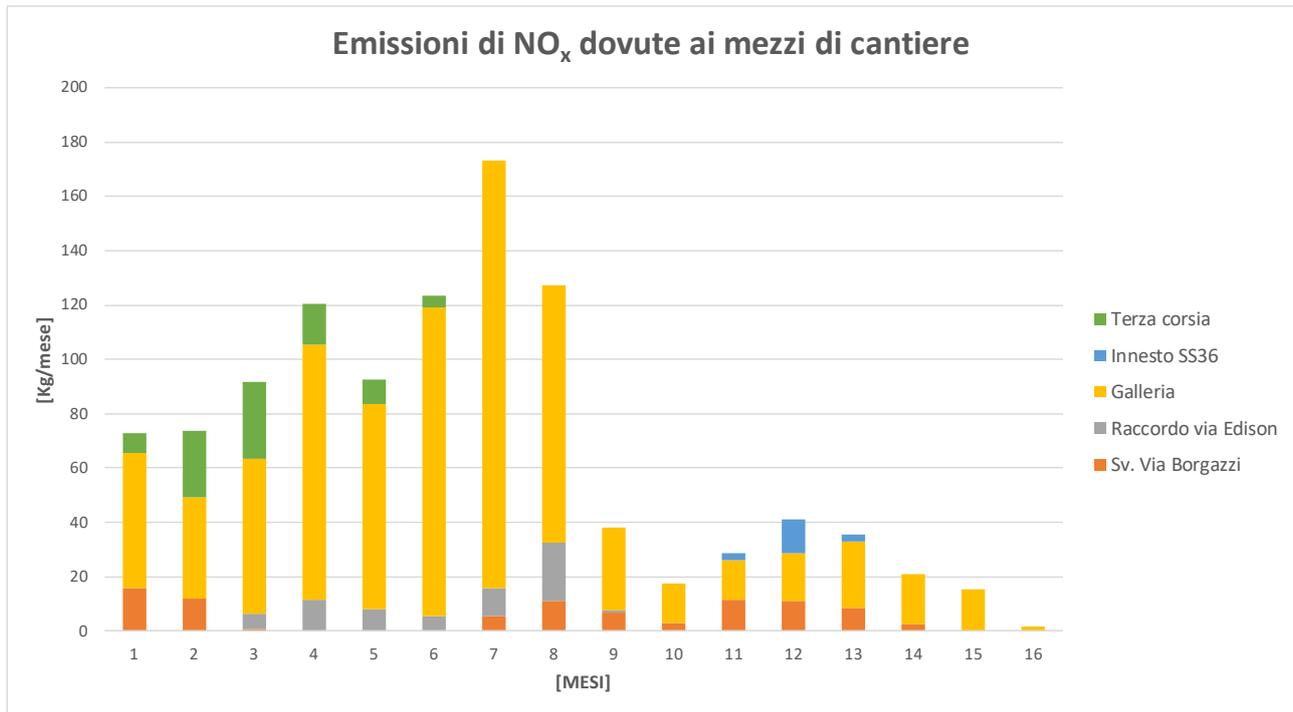


Figura 2-12 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) per area di cantiere



#### 2.2.1.1.2 Emissioni dovute al trasporto del materiale di cantiere

Per stimare le emissioni dei mezzi utilizzati per il trasporto del materiale di cantiere sono stati considerati i viaggi totali effettuati dai mezzi pesanti e le distanze medie percorse in area di cantiere.

I viaggi considerati comprendono:

- l'approvvigionamento di tutte le materie prime;
- lo smaltimento di tutte le terre in discarica;
- il trasporto in area temporanea delle terre che saranno riutilizzate;
- l'allontanamento delle terre scavate e non riutilizzate nei riporti.

Per ogni area di cantiere è stata quantificata la distanza media impiegata dai mezzi per il trasporto delle materie dai punti di ingresso alle aree di stoccaggio. Le distanze medie considerate sono:

- ✓ 600 m per la galleria e la terza corsia;
- ✓ 200 m per il raccordo di via Edison;
- ✓ 50 m per lo svincolo di via Borgazzi;
- ✓ 1'000 m per l'innesto sulla SS36.

Per il calcolo delle emissioni sono stati considerati i fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale presenti nella Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINANet<sup>2</sup>) di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Tali valori si basano sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da ISPRA come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni. Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la

<sup>2</sup> <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali) nell'anno 2020 (ultimo anno disponibile).

In Tabella 2-7 sono riportati i fattori emissivi utilizzati, ovvero quelli relativi alla categoria "Heavy Duty Trucks" con ciclo di guida urbano.

Tabella 2-7 – Fattori emissivi utilizzati (g/km) per i mezzi pesanti "Heavy Duty Trucks" (Fonte: Sinanet)

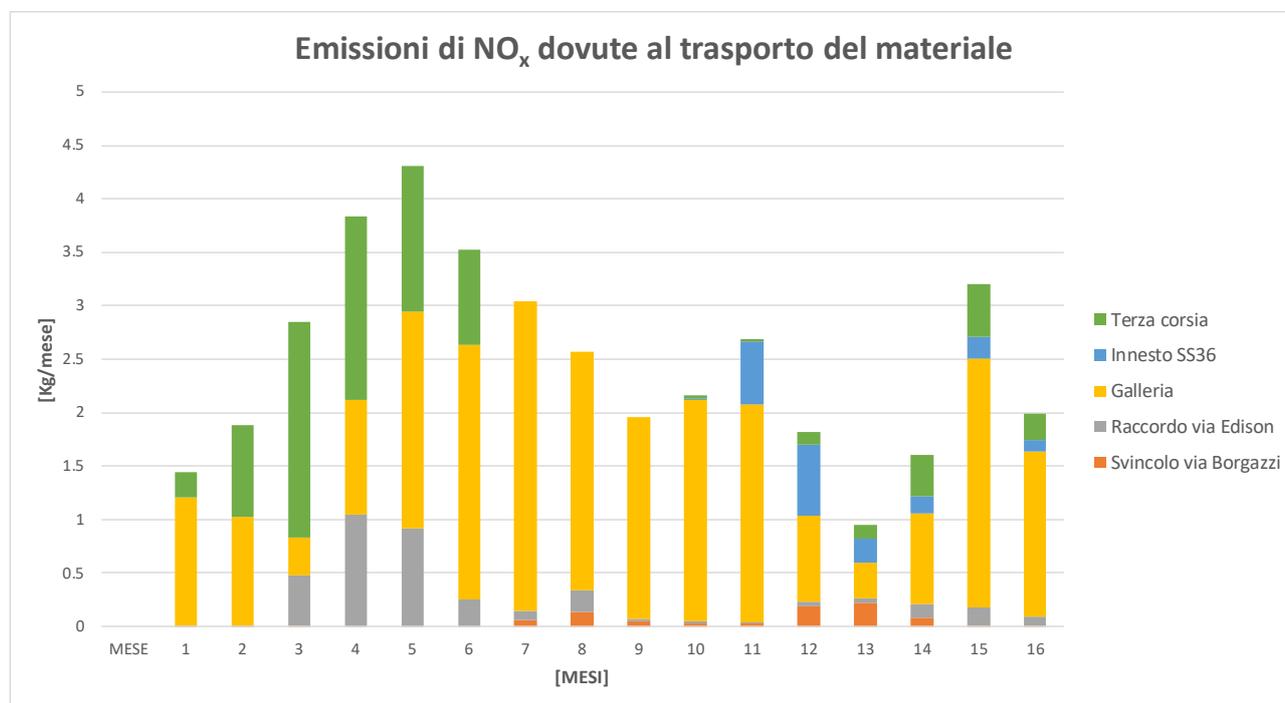
Tipologia Mezzi	NO <sub>x</sub> (g/km)	PM <sub>10</sub> (g/km)	PM <sub>2,5</sub> (g/km)
Heavy Duty Trucks	5,66	0,23	0,17

Considerando il numero di viaggi presentato in Figura 2-7 e le distanze medie sopra riportate sono state calcolate le emissioni dovute al trasporto del materiale (Tabella 2-8) e la distribuzione delle stesse lungo l'arco temporale del cantiere (in Figura 2-13 si riporta la distribuzione delle emissioni di NO<sub>x</sub>).

Tabella 2-8 – Emissioni totali (kg) dovute al trasporto del materiale

Tipologia di operazione	NO <sub>x</sub> (kg)	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Trasporto del materiale	39,8	1,6	1,2

Figura 2-13 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) per area di cantiere dovute al trasporto del materiale



### 2.2.1.1.3 Emissioni di polveri dovute alla movimentazione e manipolazione di materiale polverulento

Le attività individuate che contribuiscono alle emissioni di particolato in atmosfera sono:

- demolizioni dei manufatti esistenti;
- movimentazione degli inerti e delle terre derivanti dalle operazioni di scavo;
- scavi e sbancamenti;

- risollevarmento delle polveri da parte del vento;
- passaggio dei mezzi su strade non asfaltate.

Per la stima delle emissioni sono state utilizzare le metodologie proposte dall'Environment Protection Agency (EPA) che ha pubblicato nel 1987 e successivamente aggiornato, una serie di documenti sotto la sigla AP-42 in cui sono dettagliatamente descritte le procedure per il calcolo dei fattori di emissione delle polveri dovute alla movimentazione e lavorazione di materiale fine. Gli stessi metodi di stima sono ripresi anche nel documento "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" rilasciate dalla Provincia di Firenze in collaborazione con ARPA Toscana che fornisce anche alcune indicazioni aggiuntive e spunti applicativi.

La stima delle emissioni si basa sull'equazione:

$$E = A \times F$$

dove:

$E$  = emissione

$A$  = tasso di attività

$F$  = fattore di emissione

In relazione all'attività indagata sono stati calcolati sperimentalmente i diversi fattori di emissione e, attraverso il tasso di attività (es. i volumi di materiale movimentato), il valore dell'emissione totale. Nel seguito vengono riportati i fattori di emissioni utilizzati per ogni attività di cantiere considerata e le emissioni totali risultanti.

### **Demolizioni**

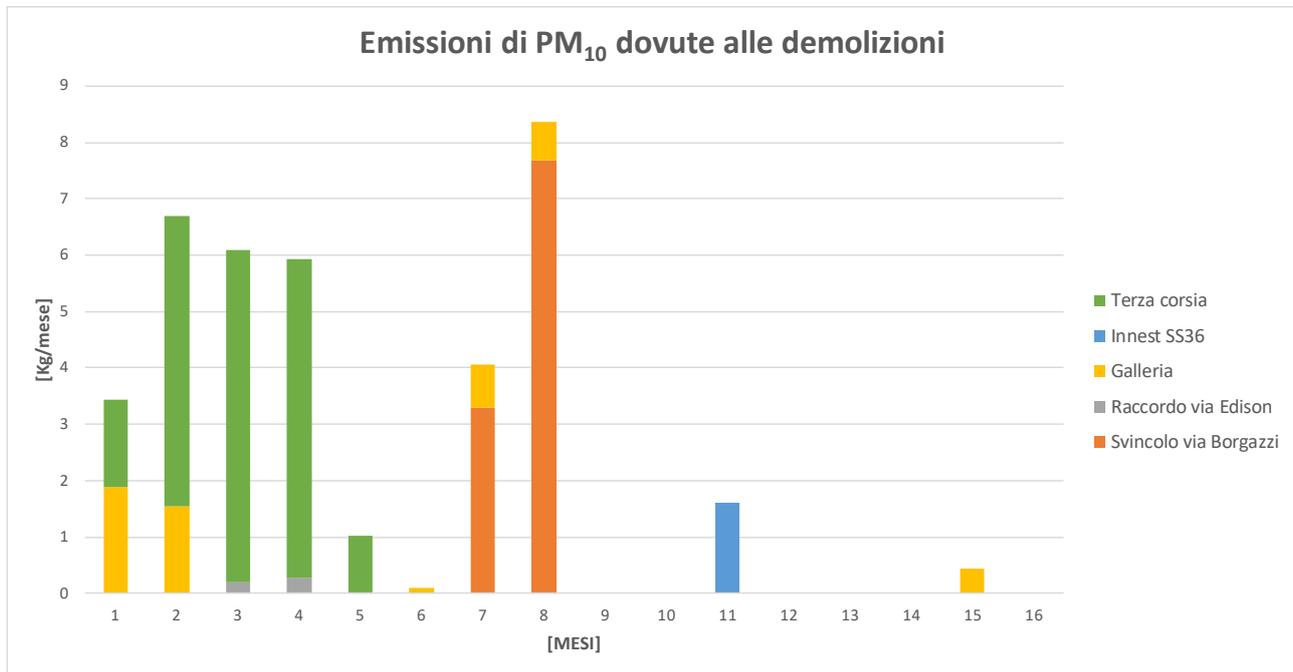
Per quanto riguarda la fase di demolizione l'EPA non indica un fattore emissivo specifico, è stato quindi considerato cautelativamente quello relativo alla frantumazione secondaria (Secondary Crushing – tra 25 e 100 mm) nelle operazioni di manipolazione degli inerti. Il fattore emissivo è pari a  $4,3 \times 10^{-3}$  kg di  $PM_{10}$  per tonnellata di materiale demolito.

Considerando le volumetrie da demolire e una densità del materiale pari a  $1,7 \text{ t/m}^3$  sono state calcolate le emissioni di particolato ( $PM_{10}$ ) generate per ogni area di cantiere (Tabella 2-9). Non essendo disponibile un fattore specifico per la frazione  $PM_{2,5}$  cautelativamente è stato considerato lo stesso fattore emissivo del  $PM_{10}$ .

Tabella 2-9 – Emissioni totali (kg) dovute alle operazioni di demolizione

Tipologia di operazione	$PM_{10}$ (kg)	$PM_{2,5}$ (kg)
Demolizioni	37,7	37,7

Figura 2-14 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere dovute alle operazioni di demolizione



### Scotico del terreno superficiale

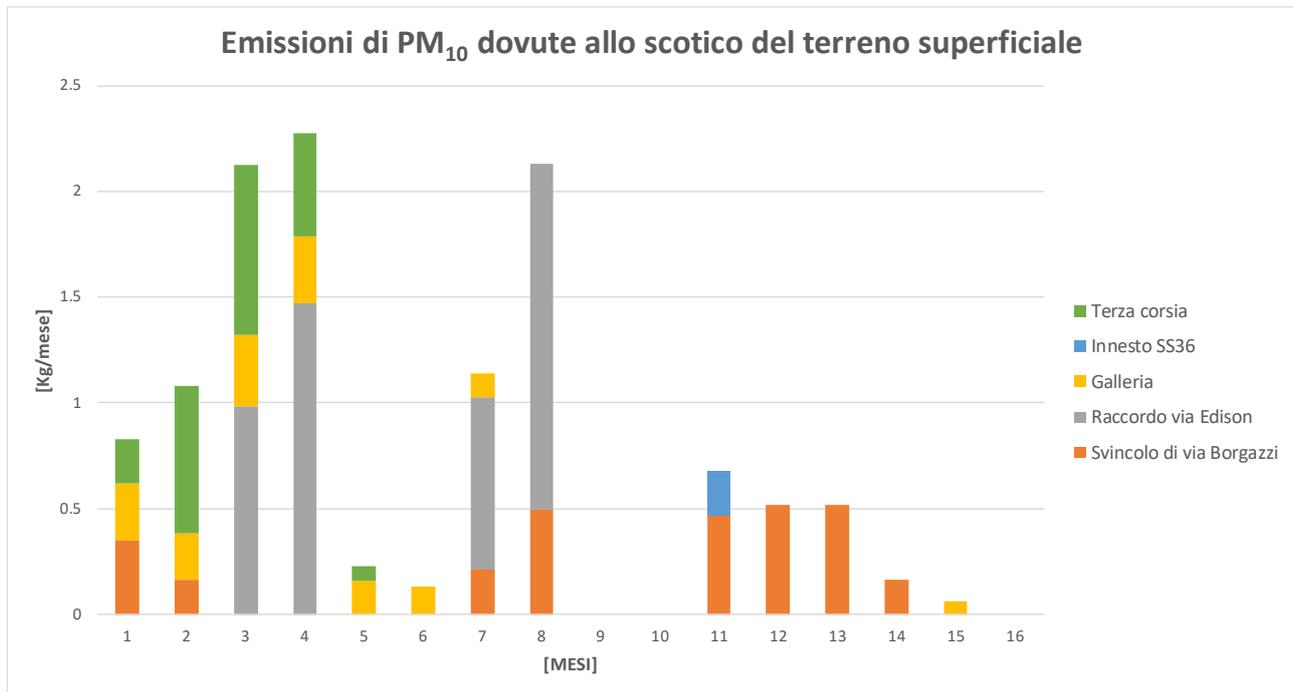
Tale attività consiste nella rimozione dello strato superficiale del terreno attraverso l'utilizzo di ruspe o escavatori generalmente per una profondità pari a 20-30 cm.

Il coefficiente di emissione di PM<sub>10</sub> suggerito dal modello EPA per queste operazioni assume il valore di 5,7 kg per km percorso dalla ruspa (Tabella 13.2.3-1 delle linee guida EPA AP42 – *Scrapers removing topsoil*). Seguendo le indicazioni delle linee guida di Arpa Toscana è possibile convertire questo dato in  $1,17 \times 10^{-3}$  kg di PM<sub>10</sub> per tonnellata di materiale movimentato considerando una velocità di rimozione della ruspa pari a 12 mc/h. In Tabella 2-10 sono riportate le emissioni di particolato stimate per ogni area di cantiere, considerando la densità del materiale pari a 1,7 t/m<sup>3</sup>. Anche per questa operazione non essendo disponibile un fattore specifico per la frazione PM<sub>2,5</sub> cautelativamente è stato considerato lo stesso fattore emissivo del PM<sub>10</sub>.

Tabella 2-10 – Emissioni totali (kg) dovute alle operazioni di scotico

Tipologia di operazione	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Scotico del terreno superficiale	11,8	11,8

Figura 2-15 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere dovute alle operazioni di scotico del terreno superficiale



### Scavi e sbancamenti

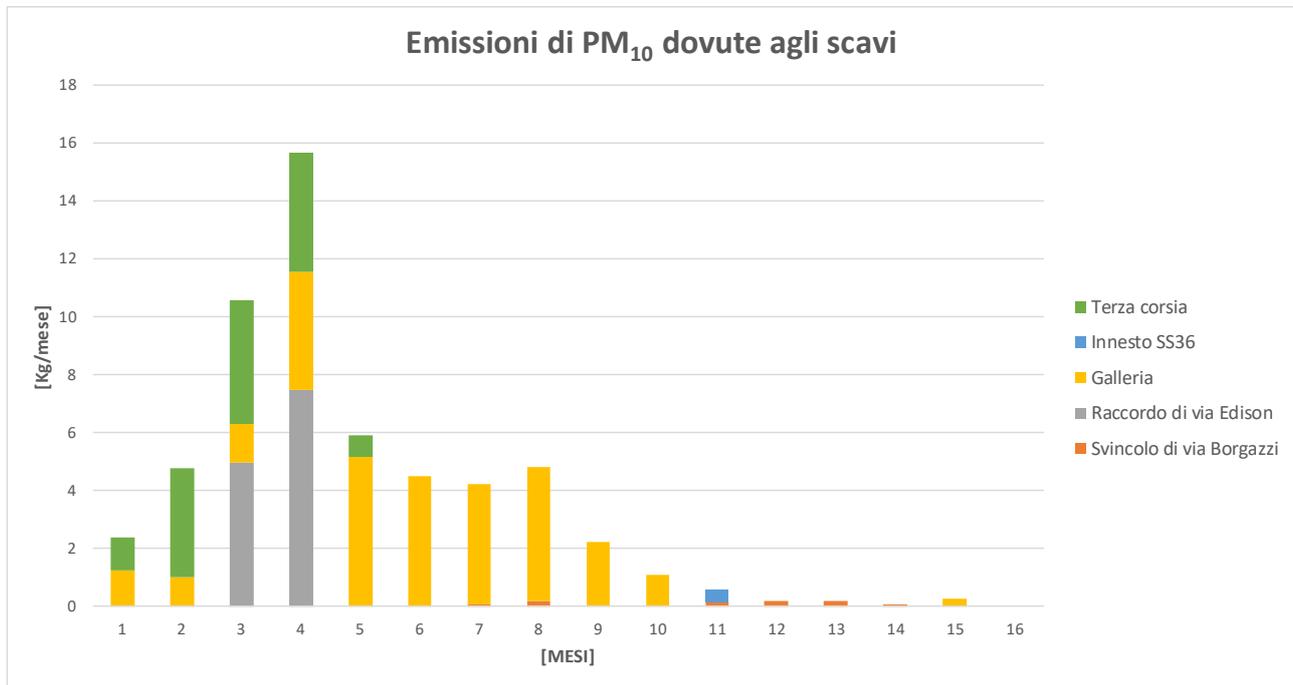
Per le operazioni di scavo le linee guida EPA prevedono un fattore emissivo pari a  $3,9 \times 10^{-4}$  kg di PM<sub>10</sub> per tonnellata di materiale movimentato (*Sand handling, transfer and storage*).

In funzione dei volumi di scavo e alla densità del materiale estratto, considerata pari a 1,7 t/m<sup>3</sup>, sono state calcolate le emissioni totali di PM<sub>10</sub>, riportate nella tabella seguente. Anche per questa operazione non essendo disponibile un fattore specifico per la frazione PM<sub>2,5</sub> cautelativamente è stato considerato lo stesso fattore emissivo del PM<sub>10</sub>.

Tabella 2-11 – Emissioni totali (kg) dovute alle operazioni di scavo

Tipologia di operazione	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Scavi e sbancamenti	57,6	57,6

Figura 2-16 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere dovute alle operazioni di scavo



### Movimentazione delle terre e dei detriti

I principali parametri che influenzano i fenomeni di generazione delle polveri nelle operazioni di movimentazione del terreno sono:

- dimensione del materiale;
- umidità del materiale;
- velocità del vento.

La formulazione proposta dall'EPA (AP-42 paragrafo 13.2.4) è la seguente:

$$F = k \cdot 1,6 \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

dove:

$F$  = fattore di emissione del particolato in grammi per tonnellata di materiale movimentato [g/t]

$U$  = velocità media del vento [m/s]

$M$  = umidità del materiale [%]

$k$  = fattore che tiene conto delle caratteristiche dimensionali delle particelle [adim.] (Tabella 2-12)

Tabella 2-12 – Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato

≤ 30 μm	≤ 15 μm	≤ 10 μm	≤ 5 μm	≤ 2,5 μm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,11

L'equazione permette di considerare le emissioni di particolato provenienti da tutte le operazioni di movimentazione del materiale in seno alle aree di stoccaggio, siano esse di tipo continuo (ad esempio nastri

trasportatori) che puntuali (prelievo e aggiunta di materiale mediante carri, ruspe, ecc.). Per ogni singola sorgente deve essere valutato il numero di operazioni che interessano lo stoccaggio, in quanto è possibile esistano operazioni intermedie di ripresa materiale per deposito in altra area.

La stima delle emissioni si ottiene dunque dalla formula:

$$E = N \cdot F \cdot B$$

dove:

N = numero di operazioni di carico e scarico [adim.]

F = fattore di emissione [g/t]

B = volumi movimentati [t]

Nel caso in esame sono state fatte differenti considerazioni in base al tipo di materiale movimentato. Per quanto riguarda il materiale derivante dalle operazioni di demolizione, scavo dei diaframmi e dell'area di via Borgazzi destinato allo smaltimento in discarica, l'operazione considerata è solo quella di carico del materiale sui camion (N=1). Per il materiale derivante dalle operazioni di scavo e riutilizzato nei reinterri sono state considerate 4 operazioni (N=4):

- carico delle terre in area di scavo o scotico;
- scarico delle terre in area di accumulo;
- carico delle terre all'area di accumulo;
- scarico delle terre all'area finale di cantiere.

Infine, per il materiale derivante dalle operazioni da scavo destinato all'allontanamento dal cantiere, sono state considerate solo le prime tre operazioni elencate in precedenza (N=3), in quanto lo scarico avverrà in area esterna all'area di cantiere. Dal computo dei volumi non sono stati considerati i mc di scavo all'interno della galleria in quanto tali operazioni saranno effettuate in ambiente chiuso e controllato.

In Tabella 2-13 sono indicati i fattori di emissione calcolati per le differenti tipologie di materiale e in Tabella 2-14 le emissioni totali stimate. Per il calcolo sono stati utilizzati i seguenti valori:

- k = 0,35 - Coefficiente specifico per il calcolo delle emissioni di PM<sub>10</sub>;
- k = 0,11 - Coefficiente specifico per il calcolo delle emissioni di PM<sub>2,5</sub>;
- M = 0,7% - Valore di umidità per i detriti derivanti dalle operazioni di demolizione (valore cautelativo estrapolato dalla Tabella 13.2.4-1 delle linee guida EPA AP42 - Crushed limestone);
- M = 3,4% - Valore di umidità per i terreni derivanti dalle operazioni di scavo (valore cautelativo estrapolato dalla Tabella 13.2.4-1 delle linee guida EPA AP42 - Exposed overburden);
- U = 1,21 m/s – Velocità media rilevata per l'anno 2021 presso la centralina ARPA di Cinisello.

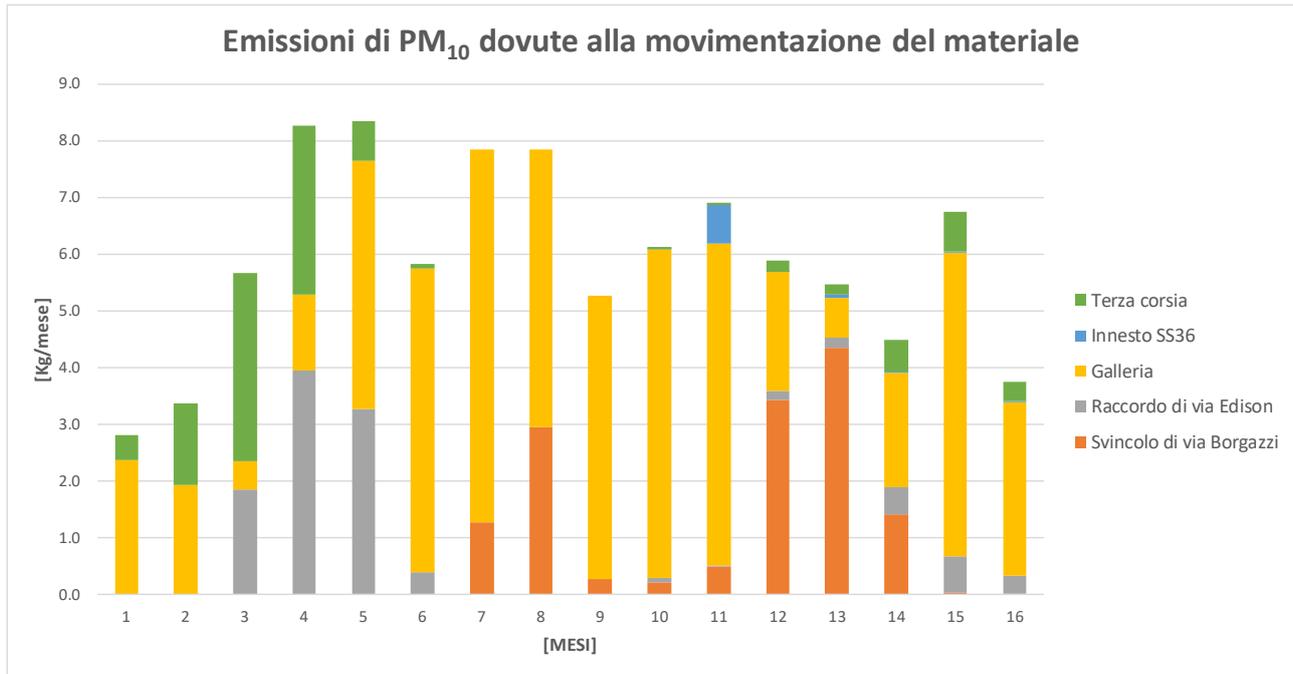
Tabella 2-13 – Fattori emissivi considerati per le movimentazioni di materiale da scavo e detriti da demolizioni

Operazioni / Materiali	Fattore emissivo PM <sub>10</sub> (kg/t)	Fattore emissivo PM <sub>2,5</sub> (kg/t)
Movimentazione dei detriti da demolizioni	1,1x10 <sup>-3</sup>	3,8x10 <sup>-4</sup>
Movimentazione delle terre da scavo	1,2x10 <sup>-4</sup>	3,8x10 <sup>-5</sup>

Tabella 2-14 – Emissioni totali stimate (kg) per le movimentazioni di materiale da scavo e detriti da demolizioni

Tipologia di operazione	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Movimentazione del materiale	94,8	29,8

Figura 2-17 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere dovute alla movimentazione del materiale



### Transito dei mezzi su strade non asfaltate

Per il calcolo delle emissioni di particolato dovuto al transito dei mezzi su strade non asfaltate sono state considerate le linee guida EPA nel documento AP-42 paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads". Secondo tale metodologia il rateo emissivo risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo del suolo (inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm). Il fattore di emissione lineare, in funzione del tipo di particolato, si calcola secondo la seguente formula:

$$EF = k \cdot (s/12)^a \cdot (W/3)^b$$

dove:

$EF$  = fattore di emissione del particolato in kg per chilometro percorso [kg/km]

$s$  = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa [%]

$W$  = peso medio del veicolo [t]

$K$ ,  $a$  e  $b$  = coefficienti che tengono conto delle caratteristiche dimensionali delle particelle Tabella 2-15 [adim.]

Tabella 2-15 – Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato.

Parametro	≤ 30 µm	≤ 10 µm	≤ 2,5 µm
k	1,38	0,423	0,0423
a	0,7	0,9	0,9

Parametro	≤ 30 μm	≤ 10 μm	≤ 2,5 μm
b	0,45	0,45	0,45

I tratti di strada non asfaltata sono previsti solo all'interno dei vari lotti di cantiere, per consentire il transito dei mezzi d'opera, a passo d'uomo. Cautelativamente sono stati considerati i tratti medi che i veicoli percorrono per trasportare i materiali in ingresso e uscita dal cantiere verso i depositi temporanei. Tale assunzione risulta estremamente cautelativa in quanto gran parte dei tragitti saranno svolti su strade asfaltate. Le distanze medie considerate sono riportate al paragrafo 2.2.1.1.2.

Gli altri dati considerati sono:

- $W = 28$  t peso medio dei camion;
- $s = 7,5\%$  contenuto di limo del suolo (valore estrapolato dalla Tabella 13.2.4-1 delle linee guida EPA AP42 – *Exposed overburden*).

Infine, le linee guida di ARPA Toscana definiscono un metodo indicativo per il calcolo dell'efficienza di rimozione delle polveri in funzione della bagnatura del manto stradale; infatti, al fine di ridurre il più possibile l'impatto della fase di cantiere saranno messi in atto una serie di accorgimenti per la minimizzazione delle emissioni di particolato in atmosfera. La formula indicata è quella proposta da *Cowherd et al* (1998):

$$C(\%) = 100 - (0.8 \cdot P \cdot trh \cdot \tau) / l$$

dove:

$C$  = l'efficienza di abbattimento della bagnatura (%)

$P$  = il potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)

$trh$  = traffico medio orario (h-1)

$l$  = quantità media del trattamento applicato (l/m<sup>2</sup>)

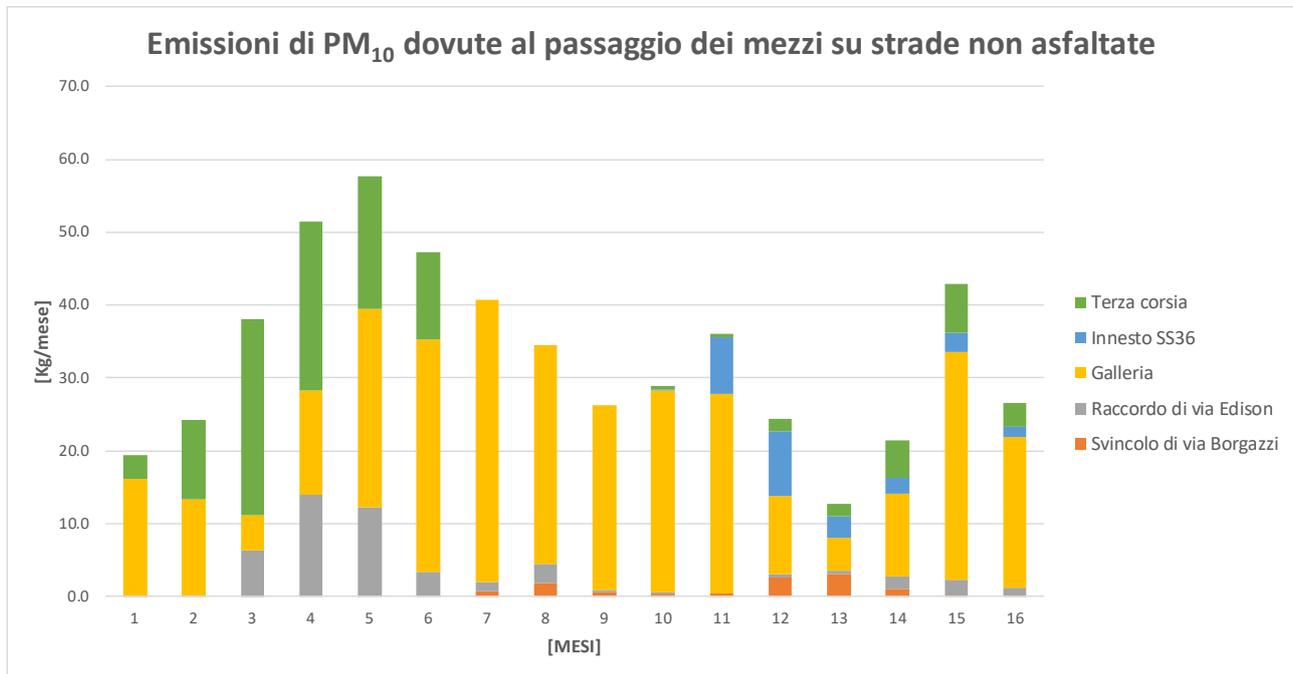
$\tau$  = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h).

Com'è evidente dalla formula indicata, per massimizzare l'efficienza si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni, che sulla quantità d'acqua per superficie trattata, in relazione al traffico medio orario. Considerando una bagnatura costante oraria si è stimata una efficienza di abbattimento delle polveri pari al 90% (Tabella 11 delle linee guida ARPA Toscana).

Tabella 2-16 – Emissioni totali (kg) per il transito dei mezzi su strade non asfaltate

Tipologia di operazione	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Transito dei mezzi su strade non asfaltate	532,3	53,2

Figura 2-18 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere dovute al transito dei mezzi su strade non asfaltate



### Risollevamento delle polveri da parte del vento

Le linee guida EPA (AP42 Capitolo 13.2.5) forniscono le relazioni per la stima del fattore di emissione associato all'erosione dei cumuli da parte del vento. Tale fattore (denominato  $P$  ed espresso in  $g/m^2$ ) è correlato ai seguenti parametri:

- $u^*$  (velocità di attrito), funzione dell'azione tangenziale del vento sulle superfici esposte;
- $u^*_c$  (velocità di soglia) corrispondente alla minima velocità di attrito per l'innesto dei fenomeni erosivi.
- $k$ , indicatore rappresentativo della classe granulometrica del materiale eroso (i valori di  $k$  forniti dall'EPA sono riportati nella seguente tabella).

Tabella 2-17 – Costante  $k$  in funzione delle dimensioni del particolato

$\leq 30 \mu m$	$\leq 15 \mu m$	$\leq 10 \mu m$	$\leq 2,5 \mu m$
0,74	0,48	0,35	0,11

Le seguenti espressioni forniscono la stima del fattore di emissione  $P$  ( $g/m^2$ ) in funzione dei parametri indicati in precedenza.

$$P = k (58 (u^* - u^*_c)^2 + 25 (u^* - u^*_c)) \quad \text{se } u^* > u^*_c$$

$$P = 0 \quad \text{se } u^* \leq u^*_c$$

Le linee guida EPA forniscono inoltre la relazione tra la velocità del vento misurata a 10 m e la velocità di attrito  $u^*$  pari a:

$$u^* = 0,053 u (10m)$$

Infine per il calcolo della velocità di soglia  $u^*_c$  l'EPA suggerisce di effettuare delle prove granulometriche in campo utilizzando setacci di diverse dimensioni in modo da individuare il valore limite di risolleamento delle particelle in base alla loro dimensione. Per alcuni tipi di materiali l'EPA fornisce un valore medio di velocità di

soglia  $u^*_c$  (Figura 2-19). Cautelativamente è stato considerato il valore di soglia più basso tra quelli presenti in Figura 2-19 pari a 0,54 m/s che corrisponde a una velocità del vento a 10m dal suolo di 10,2 m/s.

Figura 2-19 – Valori soglia di riferimento per alcuni tipi di materiale (Fonte: EPA AP42 13.2.5)

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			$z_0 = \text{Act}$	$z_0 = 0.5 \text{ cm}$
Overburden <sup>a</sup>	1.02	0.3	21	19
Scoria (roadbed material) <sup>a</sup>	1.33	0.3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile) <sup>a</sup>	0.55	0.01	16	10
Uncrusted coal pile <sup>a</sup>	1.12	0.3	23	21
Scraper tracks on coal pile <sup>a,b</sup>	0.62	0.06	15	12
Fine coal dust on concrete pad <sup>c</sup>	0.54	0.2	11	10

<sup>a</sup> Western surface coal mine. Reference 2.

<sup>b</sup> Lightly crusted.

<sup>c</sup> Eastern power plant. Reference 3.

Utilizzando i valori orari di velocità del vento rilevati nella centralina ARPA di Cinisello, la velocità del vento massima rilevata nel 2021 è pari a 8,4 m/s al di sotto quindi della soglia critica di 10,2 m/s. Si ritengono quindi trascurabili le emissioni dovute al risollevarimento delle polveri da parte del vento.

#### 2.2.1.1.4 Emissioni totali di cantiere

Di seguito vengono riportate le emissioni totali di cantiere per ogni operazione considerata e nelle successive figure la distribuzione spaziale e temporale delle stesse.

Tabella 2-18 – Emissioni totali (kg) stimate nella fase di cantiere

Tipologia di operazione	NO <sub>x</sub> (kg)	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Emissioni da combustione (mezzi di cantiere)	1'075,0	65,9	65,9
Scavi e sbancamenti	-	57,6	57,6
Scotico del terreno superficiale	-	11,9	11,9
Demolizioni	-	37,7	37,7
Movimentazione del materiale	-	94,8	29,8
Risollevarimento polveri per transito dei mezzi su strade non asfaltate	-	532,3	53,2
Trasporto del materiale di cantiere	39,8	1,6	1,2
<b>TOTALE</b>	<b>1'114,9</b>	<b>801,8</b>	<b>257,3</b>

Figura 2-20 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) per tipologia di attività di cantiere

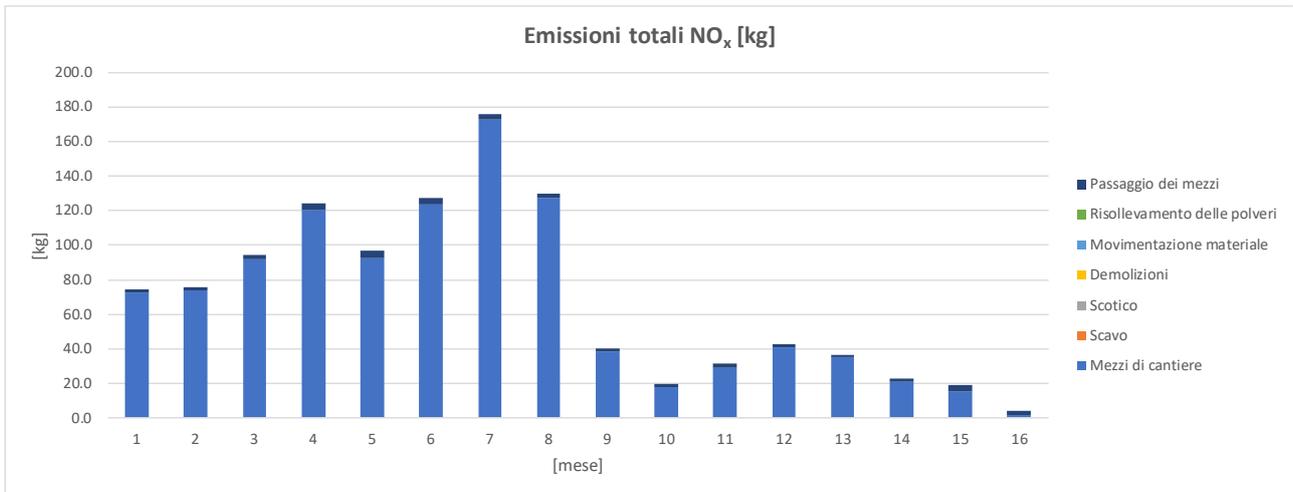


Figura 2-21 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per tipologia di attività di cantiere

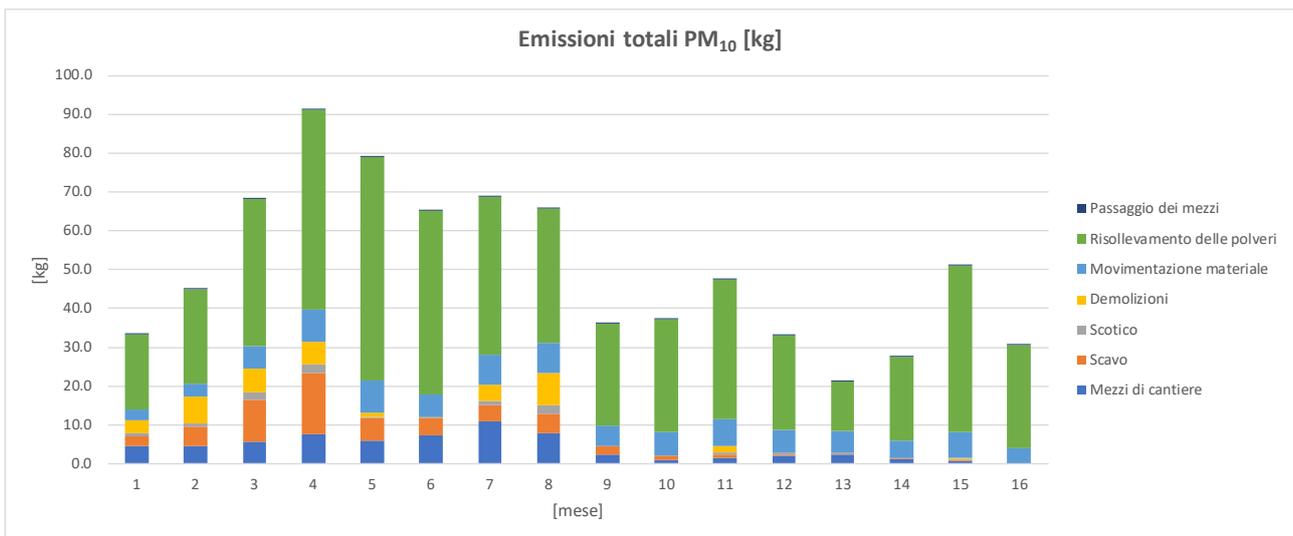


Figura 2-22 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>2,5</sub>) per tipologia di attività di cantiere

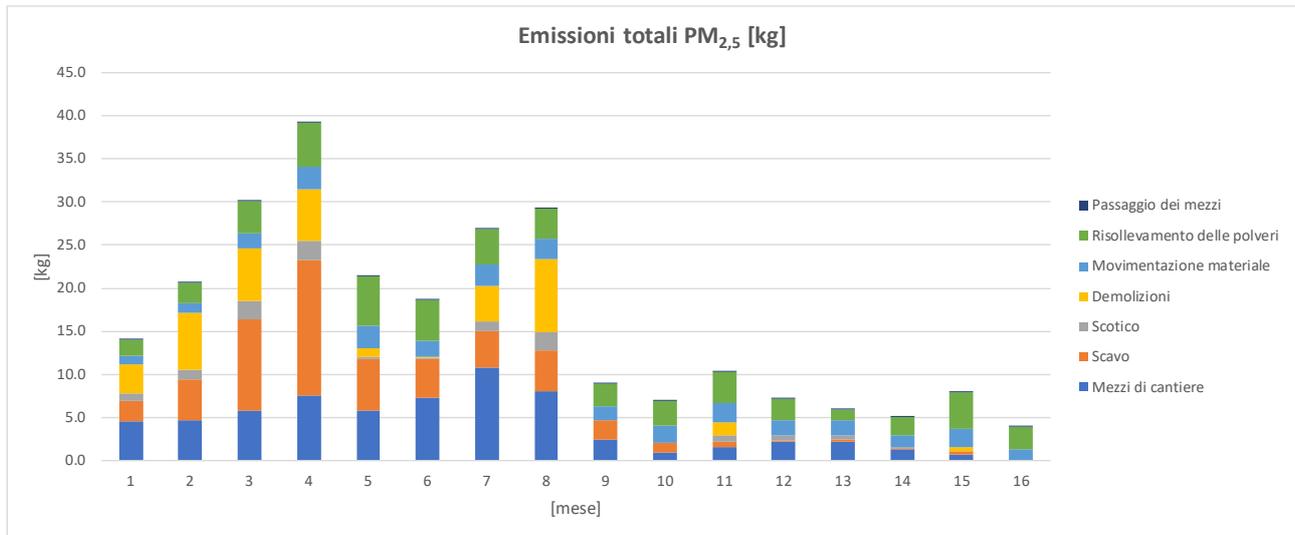


Figura 2-23 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) per area di cantiere

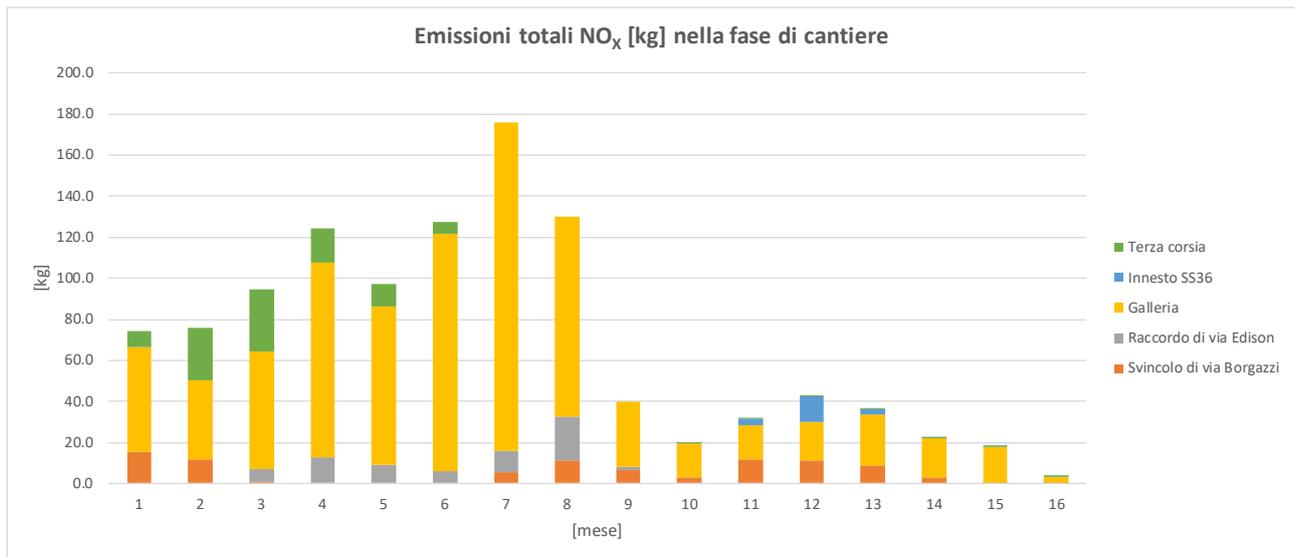


Figura 2-24 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>10</sub>) per area di cantiere

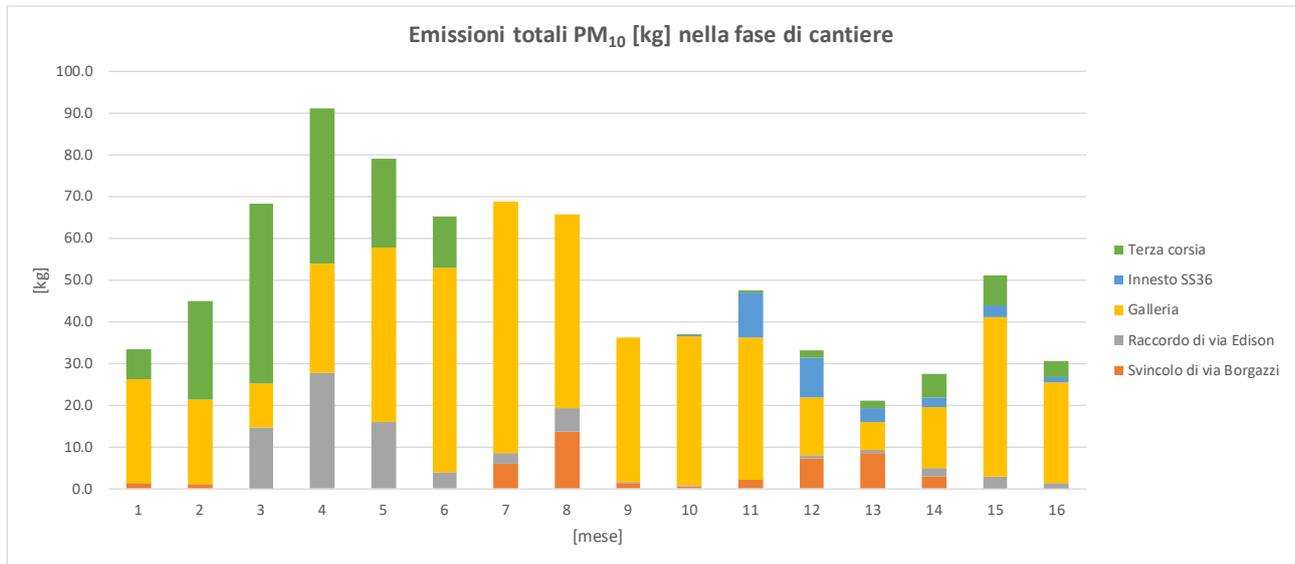
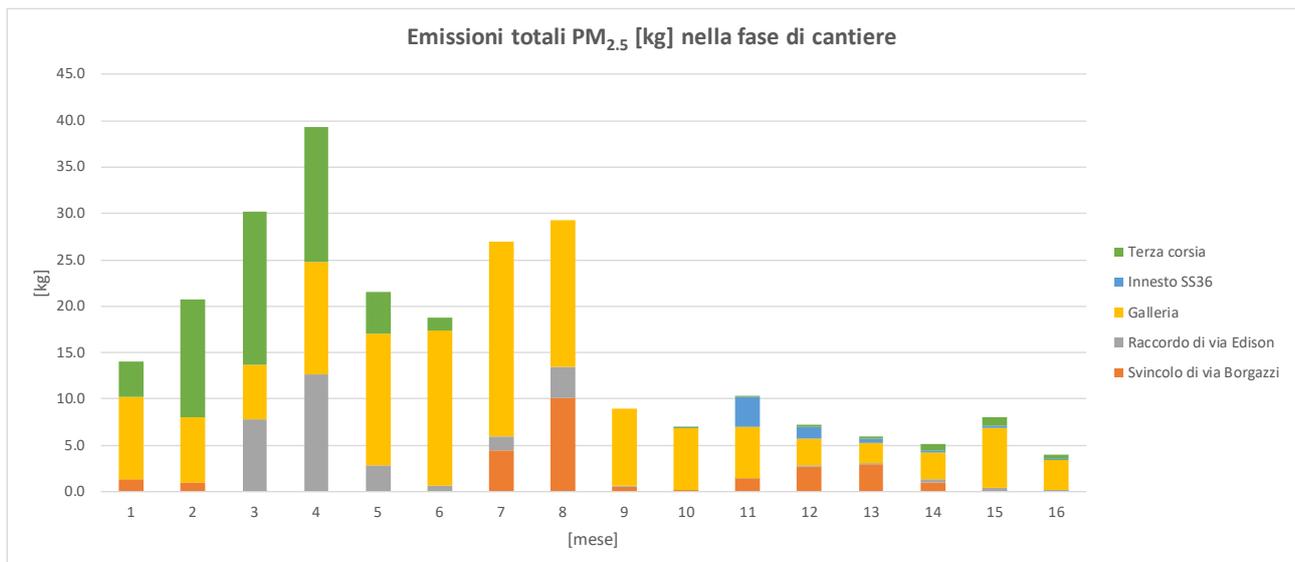


Figura 2-25 – Distribuzione temporale delle emissioni mensili di particolato (PM<sub>2,5</sub>) per area di cantiere



Per valutare il rispetto dei limiti legislativi è necessario simulare un periodo temporale pari a un anno solare. Come evidenziato nelle precedenti figure le emissioni variano anche notevolmente di mese in mese in relazione alle attività in esecuzione. Per poter garantire quindi il rispetto dei limiti legislativi anche nella situazione peggiore possibile, è stato cautelativamente simulato il mese emissivo più “gravoso” come se si protrasse per un intero anno.

In questo modo quindi viene simulato un caso non reale, ma si garantisce cautelativamente di considerare anche le condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

Le emissioni maggiori si hanno nel quarto e settimo mese quando si verifica la sovrapposizione delle attività di cantiere della galleria, della terza corsia, del raccordo di via Edison e dello svincolo di via Borgazzi. Tali aree sono state considerate per le simulazioni attraverso il modello CALPUFF.

Nella tabella seguente sono indicati i ratei emissivi in g/h utilizzati in input al modello, calcolati considerando 8 ore al giorno di lavoro e 22 giorni lavorativi per mese (176 ore lavorative al mese).

Tabella 2-19 – Ratei emissivi simulati (g/h) per area di cantiere

Area di cantiere	NO <sub>x</sub> (g/h)	PM <sub>10</sub> (g/h)	PM <sub>2,5</sub> (g/h)
Raccordo di via Edison	59,6	158,6	71,8
Galleria	909,7	147,9	69,2
Terza corsia	0,0	212,1	82,4
Svincolo di via Borgazzi	31,8	0,0	0,0

Si sottolinea come tali assunzioni siano estremamente cautelative in quanto le emissioni simulate risultano essere di gran lunga superiori e, in particolare, per gli NO<sub>x</sub> ed il PM<sub>2,5</sub> pari a più del triplo rispetto a quelle stimate considerando il periodo temporale di 12 mesi consecutivi più emissivo (Tabella 2-20).

Tabella 2-20 – Confronto tra le emissioni simulate e quelle reali in un periodo temporale pari a 12 mesi per la fase di cantiere

Fase di cantiere (anno peggiore)	NO <sub>x</sub> (kg)	PM <sub>10</sub> (kg)	PM <sub>2,5</sub> (kg)
Emissioni simulate	2'114,2	1'095,3	471,6
Emissioni stimate	1'033,3	671,4	234,4
<b>Differenza %</b>	<b>+205%</b>	<b>+163%</b>	<b>+201%</b>

#### 2.2.1.2 Fase di esercizio

In fase di esercizio, il fattore di pressione di riferimento per la componente aria è legato alle emissioni di inquinanti da traffico circolante in tutte le infrastrutture viabilistiche comprese nel dominio di simulazione analizzato sopra illustrato.

Le analisi seguenti sono state svolte a partire dai dati derivati dallo Studio di Traffico allegato al Progetto.

Nelle figure seguenti si riporta il flussogramma dei veicoli totali rispettivamente per gli scenari di riferimento e di progetto nell'ora di punta mattutina del giorno ferialo, espresso in termini di veicoli totali e come sommatoria di entrambe le direzioni di marcia. Si precisa che tali grafi sono stati ottenuti sulla base dei flussi veicolari forniti dallo Studio di Traffico di progetto.

Figura 2-26 - Veicoli totali dell'ora di punta del giorno feriale dello scenario di riferimento

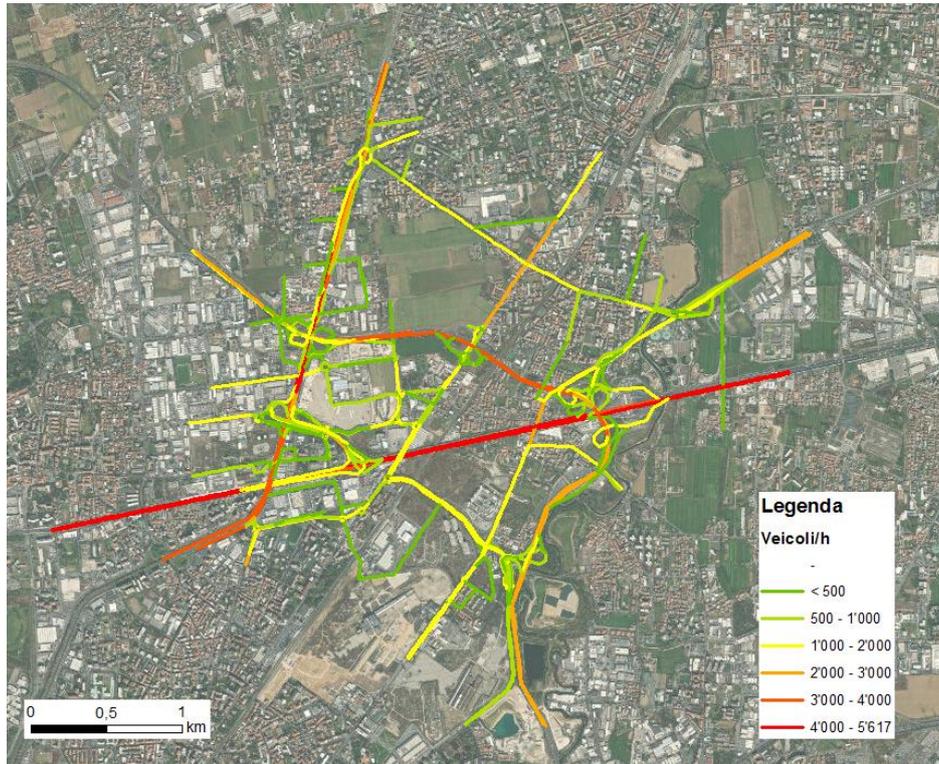
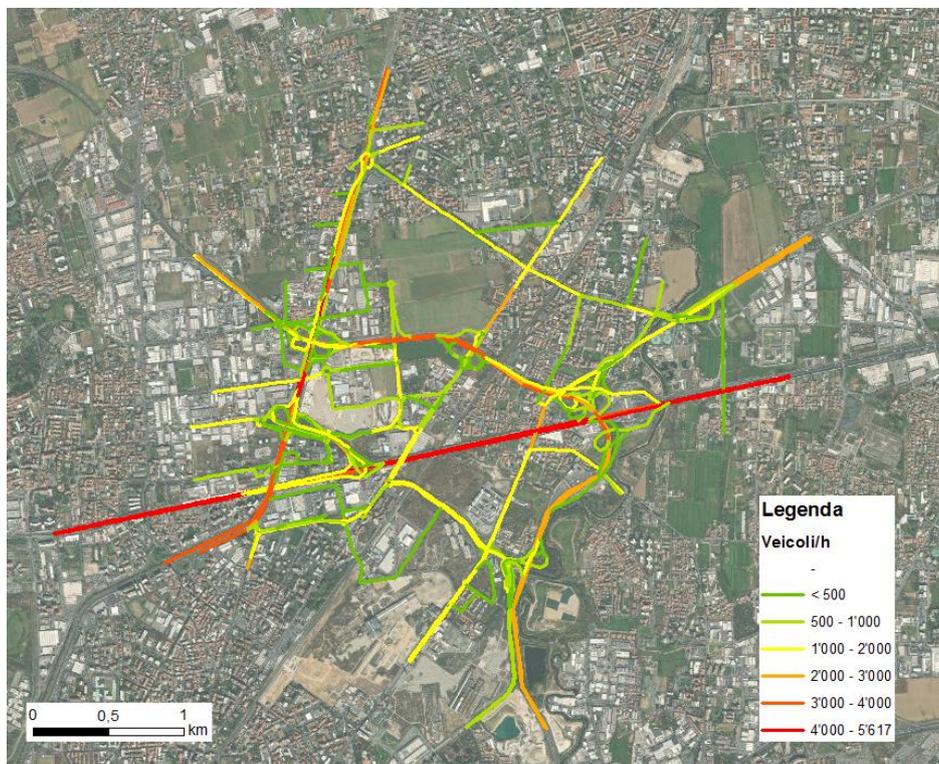
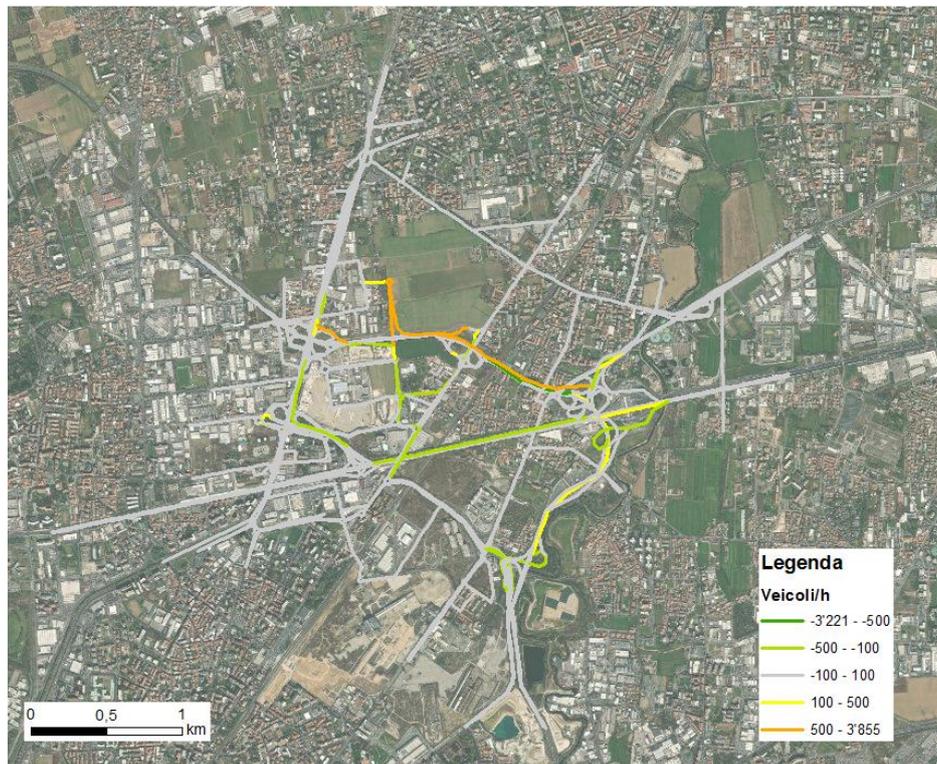


Figura 2-27 - Veicoli totali dell'ora di punta del giorno feriale dello scenario di progetto



La Figura 2-28 rappresenta le variazioni di traffico legate al progetto del potenziamento dell'interconnessione A52-A4 nell'ora di punta. L'incremento massimo atteso del flusso veicolare in corrispondenza dei nuovi archi previsti in realizzazione (colorati in arancione) è pari a oltre 500 veicoli/ora. Come si può osservare, oltre agli archi stradali in progetto, i maggiori cambiamenti del flussogramma si collocano nelle immediate vicinanze degli stessi. È altrettanto evidente come queste nuove infrastrutture vadano a ridurre e fluidificare il traffico negli altri archi lungo l'asse verticale per Monza, l'A4 e la SS36 (archi verdi).

Figura 2-28 - Variazioni di traffico introdotte dal progetto nell'ora di punta del giorno ferialo



In Tabella 2-21 si riporta il confronto tra lo scenario di riferimento e quello di progetto in termini di chilometri percorsi nell'ora di punta del giorno ferialo, distinti per tipologia di veicolo. Nel complesso si ha una lieve riduzione dello 0,1%.

Tabella 2-21 - Veicoli per tipologia di veicolo e chilometri (km) percorsi nell'ora di punta del giorno ferialo per i due scenari in esame

Scenario	km percorsi - veicoli leggeri	km percorsi - veicoli pesanti	km percorsi - veicoli totali
Scenario di riferimento	147'934	10'120	158'054
Scenario di progetto	147'743	10'135	157'878
Differenza percentuale	-0,1%	0,1%	-0,1%

In Tabella 2-22 si riportano le emissioni complessive per ciascun inquinante prodotte dai veicoli circolanti nei tratti stradali in analisi per i due scenari in esame, nonché la relativa differenza percentuale, ottenute a partire dalla modulazione delle giornate tipo dei flussi veicolari e della velocità di percorrenza. Nel complesso del territorio considerato, le emissioni dello scenario di progetto risultano essere migliorative rispetto ai quantitativi

emessi nello scenario di riferimento per tutti gli inquinanti considerati; infatti, anche in relazione ad un leggero decremento del flusso veicolare previsto (Tabella 2-21), lo scenario di progetto favorisce la fluidificazione della viabilità, portando ad una lieve riduzione delle emissioni (da -0,3%/-0,4% per le emissioni di polveri e di ossidi di azoto a -1,0% per il benzene).

In Tabella 2-22 è inoltre indicato il peso dello scenario di riferimento rispetto alle attuali emissioni del trasporto su strada (macrosettore 7) e delle emissioni complessive dei comuni principalmente interessati dal grafo stradale considerato, ovvero Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni, indicate nell'INventario Emissioni ARia (INEMAR) di Regione Lombardia relativo all'anno 2019 ed analizzate nel capitolo seguente. Il peso delle emissioni dello scenario di progetto risulta rispettivamente al di sotto del 51% delle emissioni del macrosettore 7 e inferiori al 35% delle emissioni complessive dei tre comuni per tutti gli inquinanti. In termini di benzene, il confronto emissivo con INEMAR è stato valutato rispetto ai Composti Organici Volatili Non Metanici (NMCOV), classe di appartenenza dell'inquinante, non essendo disponibile il dato del singolo componente.

Tabella 2-22 - Emissioni degli scenari considerati per inquinante, relative differenze percentuali e confronto con INEMAR

Scenario	Tipologia di veicolo	Emissioni totali				
		NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Scenario di riferimento [t/a]	Veicoli leggeri	217,4	26,5	17,0	637,9	1,87
	Veicoli pesanti	135,4	7,1	5,2	37,0	0,0027
	<b>Veicoli totali</b>	<b>352,8</b>	<b>33,6</b>	<b>22,2</b>	<b>674,9</b>	<b>1,87</b>
Scenario di progetto [t/a]	Veicoli leggeri	216,6	26,4	16,9	634,3	1,85
	Veicoli pesanti	134,9	7,1	5,2	36,9	0,0027
	<b>Veicoli totali</b>	<b>351,6</b>	<b>33,4</b>	<b>22,1</b>	<b>671,2</b>	<b>1,85</b>
Differenza percentuale [%]		<b>-0,36%</b>	<b>-0,34%</b>	<b>-0,35%</b>	<b>-0,56%</b>	<b>-1,03%</b>
Peso rispetto al MS 7 di INEMAR [%]	Veicoli totali	26%	38%	37%	51%	0,64% (*)
Peso rispetto alle emissioni comunali totali di INEMAR [%]		18%	13%	12%	35%	0,06% (*)

(\*) Rispetto ai Composti Organici Volatili Non Metanici (NMCOV)

Le emissioni degli inquinanti principali (NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub>), espresse in kg/giorno feriale, sono riportate rispettivamente nelle figure seguenti per i due scenari in esame.

La variazione in termini di emissioni prodotte tra i due scenari, espressa in kg/giorno feriale/km, è indicata rispettivamente in Figura 2-33 per l'NO<sub>x</sub> e in Figura 2-34 per il PM<sub>10</sub>.

Figura 2-29 - Emissioni di NO<sub>x</sub> da traffico nello scenario di riferimento in un giorno ferial

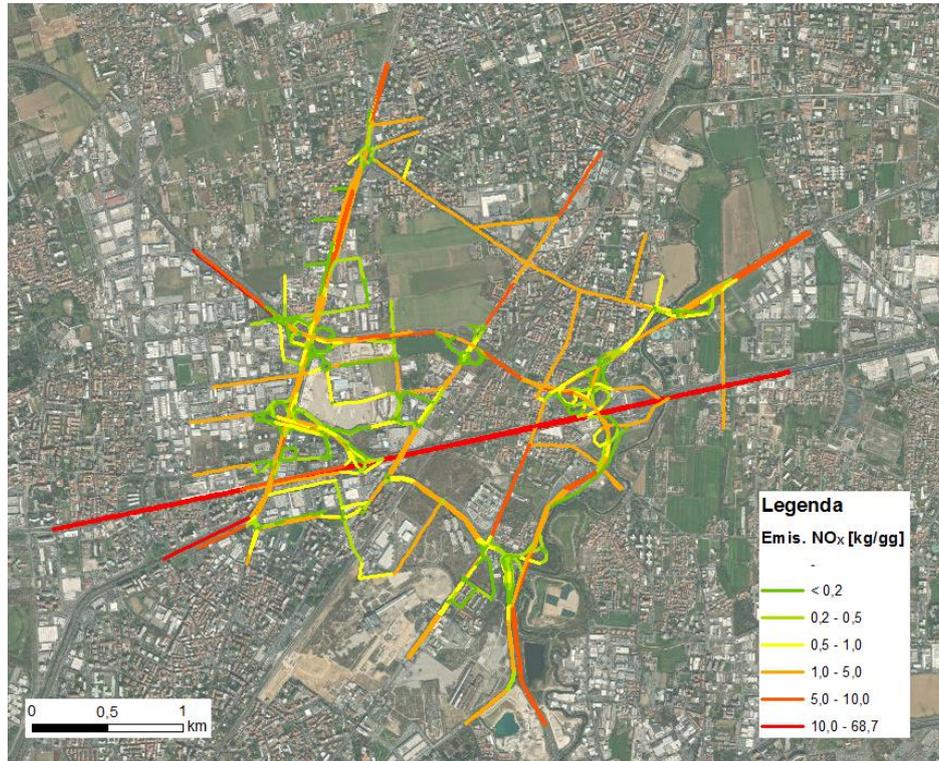


Figura 2-30 - Emissioni di NO<sub>x</sub> da traffico nello scenario di progetto in un giorno ferial

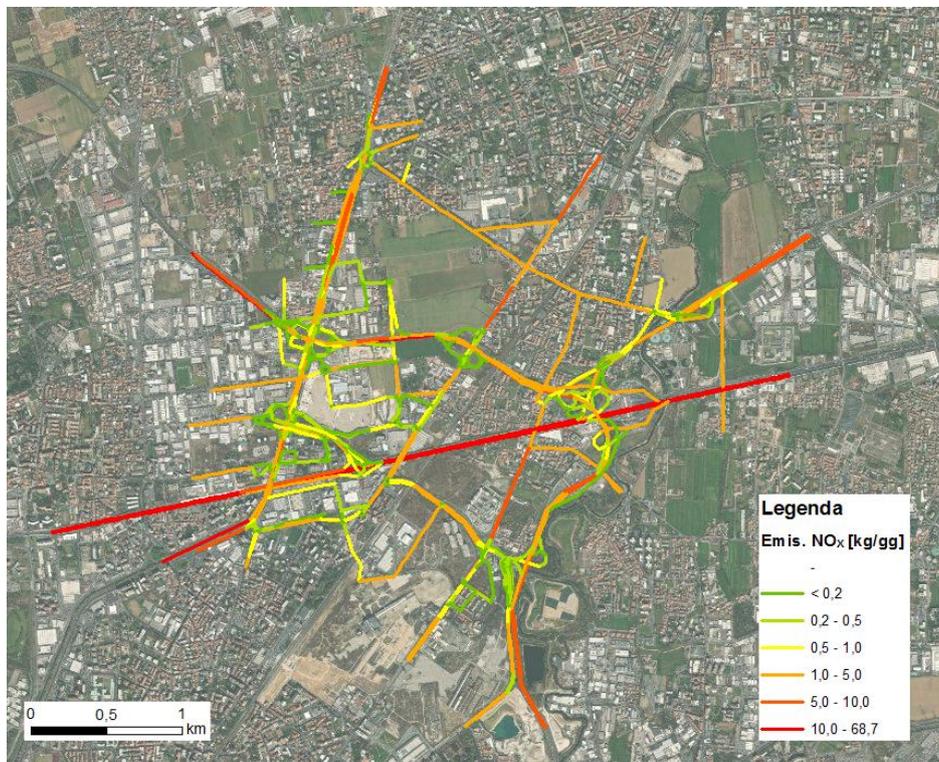


Figura 2-31 - Emissioni di PM<sub>10</sub> da traffico nello scenario di riferimento in un giorno ferial

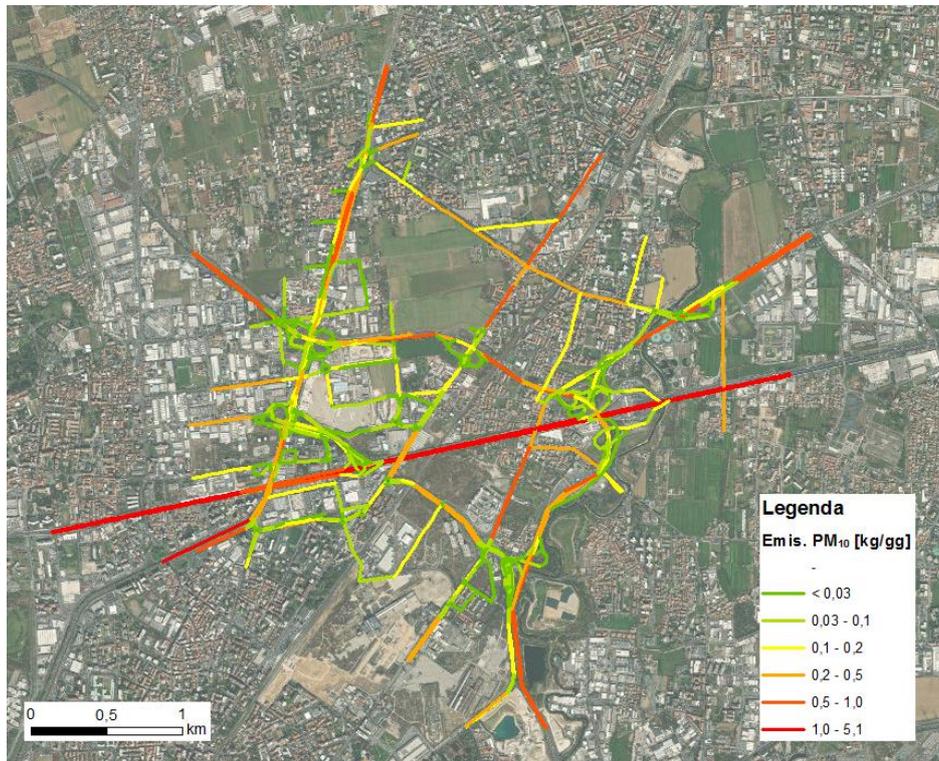


Figura 2-32 - Emissioni di PM<sub>10</sub> da traffico nello scenario di progetto in un giorno ferial

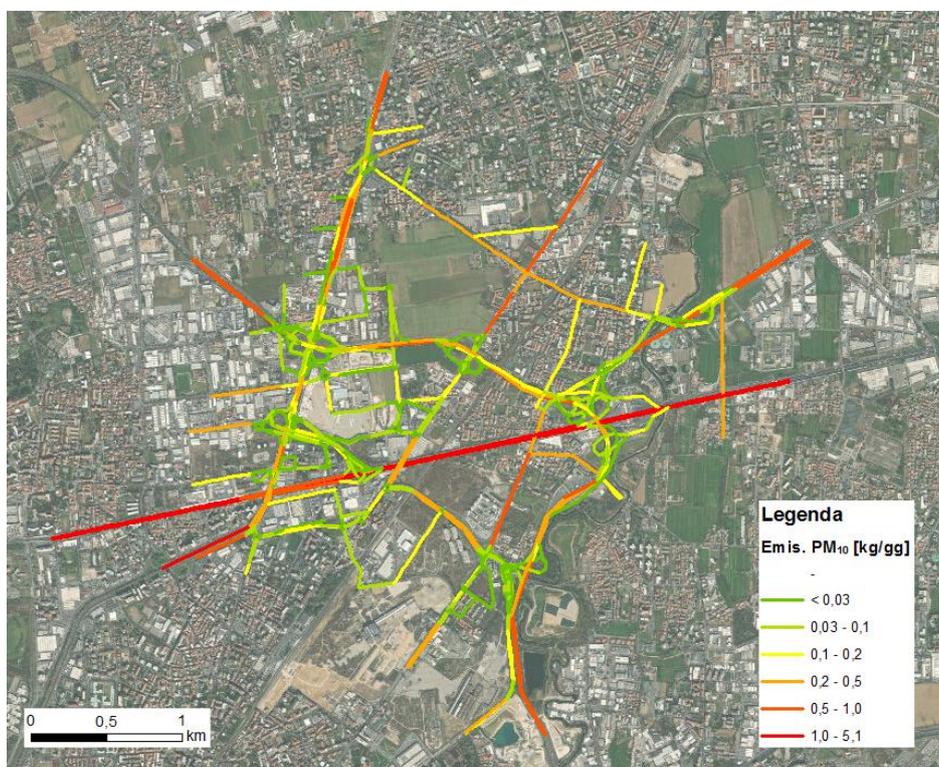


Figura 2-33 - Variazioni delle emissioni da traffico di NO<sub>x</sub> in un giorno feriale

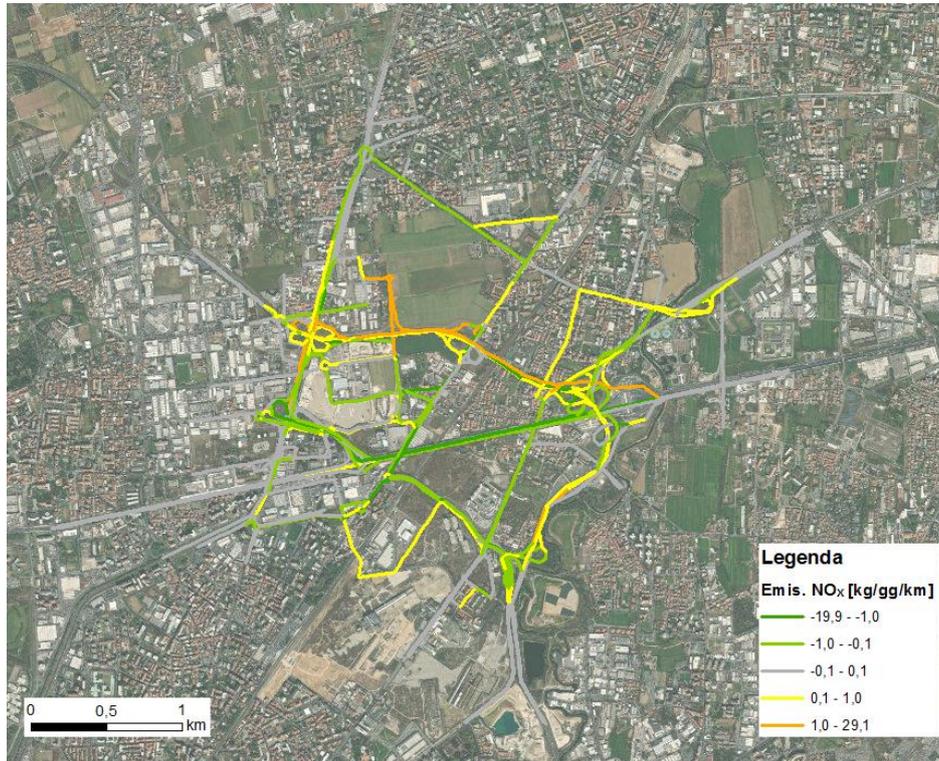
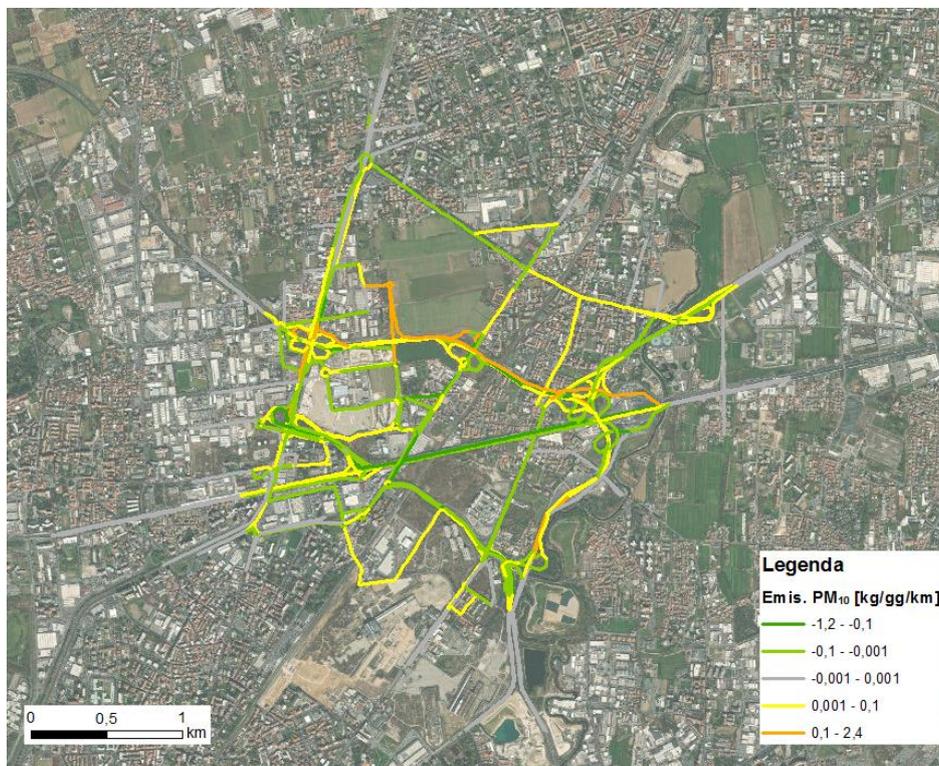


Figura 2-34 - Variazioni delle emissioni da traffico di PM<sub>10</sub> in un giorno feriale



Analogamente a quanto emerso dall'analisi dei flussi di traffico, le ultime due figure che rappresentano le differenze emissive tra lo scenario di riferimento e quello di progetto evidenziano come a fronte delle nuove emissioni su queste nuove infrastrutture (archi arancioni), si vadano a ridurre le emissioni negli archi lungo l'asse verticale per Monza, l'A4 e la SS36 (archi verdi).

Al fine di simulare al meglio le sorgenti emissive derivanti dal traffico stradale, gli archi sono stati suddivisi in tratti da 50 m e considerati nel modello CALPUFF come sorgenti volumetriche. Si precisa inoltre che nelle simulazioni modellistiche sono state valutate le gallerie poste a Monza tra via G. Borgazzi e via G. Marconi, sia esistenti che in progetto, e trattate come tali.

## 2.2.2 CLIMA

Rispetto alla componente clima, le categorie di pressioni generabili dall'intervento in fase di esercizio sono legate alle emissioni di gas climalteranti dal traffico circolante in tutte le infrastrutture viabilistiche comprese nel dominio di simulazione analizzato sopra illustrato.

La valutazione degli effetti dal punto di vista climatico dell'opera in progetto si basa pertanto sulla quantificazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente prodotte dai flussi veicolari circolanti sulla rete stradale presa in esame. Tale stima è stata effettuata a partire dai fattori di emissione medi da traffico disponibili dall'inventario emissivo regionale (INEMAR) per tipologia di veicolo e dai chilometri percorsi in un anno dai veicoli circolanti sulla rete considerata nei due scenari in esame stimati con i flussogrammi dello Studio di Traffico allegato al Progetto.

Analogamente alla qualità dell'aria, i fattori emissivi delle categorie di veicoli di INEMAR, espressi in g/km, sono stati pesati sulla base del numero veicoli e della loro percorrenza, laddove necessario, ed aggregati nelle due macrocategorie disponibili dal modello di traffico:

- Veicoli leggeri: autovetture, motocicli, veicoli leggeri < 3,5 t;
- Veicoli pesanti: veicoli pesanti > 3,5 t (merci e passeggeri) e autobus.

I fattori emissivi ottenuti per i veicoli leggeri e pesanti risultano rispettivamente 177 g/km e 669 g/km circa.

I chilometri percorsi annuali per tipologia di veicolo sono stati invece calcolati a partire dal dato disponibile per l'ora di punta per ciascun arco stradale (indicato in Tabella 2-21) e considerando la variabilità oraria e giornaliera descritta nel paragrafo 1.3.1.1.

In Tabella 2-23 sono indicati i quantitativi annuali stimati per tipologia di veicolo in termini di CO<sub>2</sub> equivalente per i due scenari analizzati. Come si evince dalla tabella, i quantitativi emessi di CO<sub>2</sub> equivalente risultano leggermente in diminuzione, con un decremento pari a -0,13 kt di CO<sub>2eq</sub> nello scenario di progetto, che corrisponde ad una differenza percentuale dello -0,08%.

Il peso delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente dello scenario di progetto è pari rispettivamente al 36% delle emissioni del macrosettore 7 (trasporto su strada) e al 12% delle emissioni complessive dei tre comuni principali interessati dalla rete stradale in esame (Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni).

Tabella 2-23 - Emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente prodotte in un anno nei due scenari in esame, relativa differenza percentuale e confronto con INEMAR

Scenario	Tipologia di veicolo	Emissioni totali
		CO <sub>2eq</sub>
Scenario di riferimento [kt/a]	Veicoli leggeri	127,46
	Veicoli pesanti	26,71
	Veicoli totali	<b>154,17</b>
	Veicoli leggeri	127,30

Scenario	Tipologia di veicolo	Emissioni totali
		CO <sub>2</sub> eq
Scenario di progetto [kt/a]	Veicoli pesanti	26,75
	Veicoli totali	<b>154,05</b>
Differenza percentuale [%]	Veicoli totali	-0,08%
Peso rispetto al MS 7 di INEMAR [%]		36%
Peso rispetto alle emissioni comunali totali di INEMAR [%]		12%

## 2.3 ALTRE AZIONI POTENZIALMENTE INFLUENTI CUMULATIVAMENTE

Con istanza del 04/08/2022 è stata avviata la procedura regionale di Valutazione di Impatto Ambientale dell'intervento metropolitano recante il titolo "Prolungamento della linea M5 a Monza, da realizzarsi in Comune di Milano, Sesto San Giovanni, Cinisello Balsamo e Monza" (codice procedurale SILVIA: VIA1163-RL); la procedura è stata archiviata a seguito di specifiche richieste formulate dall'Autorità competente regionale al fine di rendere più agevole la consultazione della documentazione depositata dal proponente.

Il progetto "*Prolungamento della linea M5 a Monza, da realizzarsi in Comune di Milano, Sesto San Giovanni, Cinisello Balsamo e Monza*" è attualmente (novembre 2023) ancora sottoposto a procedura di VIA regionale.

Nell'area del Casignolo è previsto l'attraversamento della Linea metropolitana M5 ed un deposito per il ricovero e la manutenzione dei treni della linea. La superficie complessiva del deposito è di circa 13 ettari, dei quali circa un quarto coperti (edifici e capannoni), mentre la parte restante, all'aperto, accoglie il piazzale ferroviario, le aree pedonali, carrabili e a verde. Le principali aree funzionali del deposito sono il rimessaggio dei treni, le officine di manutenzione, le aree di pulizia dei treni, gli uffici con la mensa, il posto centrale di comando e controllo, i locali apparati e tecnologici, il parco ferroviario, i servizi generali.

La linea metropolitana, a sud dell'area del Casignolo, sovrappasserà in ponte l'attuale trincea dell'autostrada A52 e si estenderà nell'area del Casignolo parzialmente in trincea e in galleria artificiale.

La proposta progettuale stradale oggetto del presente Studio è stata verificata e confrontata con la società MM SpA (Metropolitana Milanese) per la compatibilità tra le due previsioni.

Inoltre, a nord dell'area del Casignolo, il progetto del prolungamento della linea M5 prevede la realizzazione di una fermata in viale Campania. A servizio della nuova stazione, il progetto M5 prevede la realizzazione di un parcheggio nell'area del Casignolo, all'intersezione tra viale Campania e via Lago Trasimeno.

Per la realizzazione del deposito è previsto un cantiere esteso all'esterno, in corrispondenza delle aree agricole della porzione nord-occidentale dell'area del Casignolo e non si attendono interferenze rispetto all'opera in progetto.

Per il progetto di "Prolungamento della linea M5 a Monza", rispetto alla fase di esercizio, a livello qualitativo si prevede una generale riduzione dei veicoli circolanti sulla viabilità stradale esistente con benefici per le componenti aria e clima su vasta scala, ma un peggioramento a livello locale dovuto agli afflussi, in particolare nell'intorno dei parcheggi che garantiscono l'interscambio tra la rete del trasporto pubblico locale e la viabilità su strada. Si consideri infine, che tale eventuale peggioramento locale, legato al traffico locale in prossimità dei parcheggi limitrofi alla nuova fermata della linea M5 di viale Campania, si inserisce in un contesto caratterizzato dal miglioramento o di variazione minima delle concentrazioni degli inquinanti previsto dall'impatto progetto in esame (si veda il prossimo capitolo per dettagli), minimizzando pertanto il cumulo degli impatti delle due opere, anche nel caso dell'esercizio.

### 3 STATO DELLA COMPONENTE

#### 3.1 INVENTARIO REGIONALE INEMAR

Al fine di valutare il contesto emissivo di riferimento del territorio interessato dall'opera in progetto, si sono analizzate le emissioni dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni e delle rispettive province (Monza e della Brianza e Milano) in relazione ai gas climalteranti e ai principali inquinanti normati a livello nazionale. Si precisa che l'opera in progetto interessa quasi esclusivamente il comune di Monza, ma visto che la rete considerata si estende principalmente anche nei comuni di Cinisello Balsamo e di Sesto San Giovanni, anch'essi sono stati inclusi nelle analisi seguenti, risentendo delle variazioni di traffico legate al progetto.

I dati emissivi suddivisi per macrosettore sono tratti dall'inventario di Regione Lombardia INEMAR (INventario EMissioni ARia) dell'anno 2019 (versione in revisione pubblica; ultimo inventario disponibile al momento della stesura del documento).

In Tabella 3-1 si riportano le emissioni complessive dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni divise per macrosettore dei gas climalteranti (gas serra), ovvero protossido di azoto (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). In tabella sono inoltre indicate le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) che rappresentano i quantitativi totali di gas climalteranti, pesati sulla base del loro contributo all'effetto serra, in funzione del "Global Warming Potential", coefficienti IPCC pari a 0,298, 0,025 e 1, rispettivamente per N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007). Come si evince dalla tabella, il contributo del macrosettore 7 è il più importante in termini di CO<sub>2</sub> equivalente (34%) e di CO<sub>2</sub> (39%).

Tabella 3-1 - Emissioni dei gas serra dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni (fonte: INEMAR 2019)

Macrosettore	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> eq
	[t/a]		[kt/a]	
1. Produzione energia e trasformazione combustibili	0,26	53,47	146,42	147,83
2. Combustione non industriale	5,97	26,29	283,87	286,30
3. Combustione nell'industria	1,55	3,72	115,84	116,40
4. Processi produttivi	0,10	0,26	29,40	29,43
5. Estrazione e distribuzione combustibili	-	1'459,67	-	36,49
6. Uso di solventi	-	-	-	114,94
7. Trasporto su strada	14,11	23,69	421,49	426,29
8. Altre sorgenti mobili e macchinari	0,46	0,11	2,28	2,42
9. Trattamento e smaltimento rifiuti	25,89	255,71	76,94	91,04
10. Agricoltura	1,18	21,59	-	0,89
11. Altre sorgenti e assorbimenti	0,03	1,28	-0,01	0,03
Totale	49,56	1'845,78	1'076,23	1'252,07

Tabella 3-2 - Emissioni dei gas serra dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni e delle province di Monza e della Brianza (MB) e Milano (MI) (fonte: INEMAR 2019)

Macrosettore	Area	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> eq
		[t/a]		[kt/a]	
Macrosettore 7	Comune di Monza	6,7	11,2	205,0	207,3
	Comune di Cinisello B.	4,8	7,0	142,5	144,0
	Comune di Sesto S. G.	2,6	5,5	74,0	74,9
	Provincia di MB	33,4	58,4	981,9	993,3
	Provincia di MI	147,2	250,3	4'232,2	4'282,3
Tutti i macrosettori	Comune di Monza	26,0	654,1	445,4	520,6
	Comune di Cinisello B.	7,0	1'011,5	250,2	307,9
	Comune di Sesto S. G.	16,6	180,2	380,6	423,5
	Provincia di MB	108,7	3'718,1	2'347,3	2'753,6
	Provincia di MI	842,9	42'484,3	12'534,3	15'174,9
Contributo del macrosettore 7	Comune di Monza	26%	2%	46%	40%
	Comune di Cinisello B.	68%	1%	57%	47%
	Comune di Sesto S. G.	16%	3%	19%	18%
	Provincia di MB	31%	2%	42%	36%
	Provincia di MI	17%	1%	34%	28%

Analizzando le emissioni di gas serra dei tre comuni considerati (Monza, Cinisello B. e Sesto S. G.) e delle rispettive province di appartenenza (Monza e Brianza, Milano), indicate in Tabella 3-2, si può notare come spicchi il peso percentuale del macrosettore 7 (trasporto su strada) rispetto alle emissioni complessive del comune di Cinisello Balsamo per tutti i gas climalteranti (tra il 47% ed il 68% circa) ad eccezione del metano.

Di seguito si riporta l'analisi relativa ai principali inquinanti normati considerati: ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), composti organici volatici (COV), classe di appartenenza del benzene, e benzo(a)pirene (B(a)P).

Come si evince da Tabella 3-3, le fonti emissive principali a livello comunale sono relative al trasporto su strada (macrosettore 7) in termini di NO<sub>x</sub>, particolato e CO. Rispetto all'SO<sub>2</sub>, risulta preponderante il contributo della trattamento e smaltimento rifiuti (macrosettore 9), mentre in termini di COV e B(a)P l'apporto prevalente è legato rispettivamente all'uso di solventi (macrosettore 6) e alla combustione non industriale (macrosettore 2).

Tabella 3-3 - Emissioni dei principali inquinanti normati dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni (fonte: INEMAR 2019)

Macrosettore	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	COV	B(a)P
	[t/a]						[kg/a]
1	135,4	1,9	1,9	86,4	0,8	20,6	0,002
2	183,4	33,3	32,5	364,7	6,6	68,0	4,436
3	139,1	28,0	21,2	75,6	17,5	18,1	0,941
4	2,6	81,0	45,2	24,8	1,6	203,6	0,016

Macrosettore	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	COV	B(a)P
	[t/a]						[kg/a]
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	226,1	0,000
6	0,0	11,9	10,8	0,0	0,0	1'934,9	0,000
7	1'341,5	88,3	60,3	1'323,0	1,0	291,3	3,219
8	30,3	1,3	1,3	8,9	0,2	3,1	0,022
9	119,3	1,5	1,4	17,0	51,9	145,0	0,102
10	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2	0,000
11	0,6	18,2	13,9	18,8	0,2	32,1	0,595
Totale	1'952,3	265,3	188,3	1'919,1	79,8	2'963,0	9,3

In Tabella 3-4 si propone il parallelismo tra le emissioni comunali (Monza, Cinisello B. e Sesto S. G.) e quelle provinciali (Monza e Brianza, Milano): si può notare come il contributo percentuale del macrosettore 7 (trasporto su strada) dei comuni di Monza e Cinisello B. risulti costantemente al di sopra rispetto ai valori provinciali; Sesto S. G. invece si discosta dai comuni limitrofi ed è infatti caratterizzato da percentuali inferiori per diversi inquinanti come NO<sub>x</sub>, particolato e SO<sub>2</sub>.

Tabella 3-4 - Emissioni dei comuni di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni e delle province di Monza e della Brianza (MB) e Milano (MI) (fonte: INEMAR 2019)

Macrosettore	Area	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	COV	B(a)P
		[t/a]						[kg/a]
Macrosettore 7	Comune di Monza	652,4	42,5	28,9	636,4	0,5	137,1	1,5
	Comune di Cinisello B.	480,2	30,1	20,7	405,1	0,3	82,8	1,1
	Comune di Sesto S. G.	208,9	15,7	10,7	281,5	0,2	71,5	0,6
	Provincia di MB	2'927,3	206,0	139,0	3'262,9	2,3	712,0	7,7
	Provincia di MI	13'135,5	890,1	614,5	14'597,4	9,6	3'178,6	32,6
Tutti i macrosettori	Comune di Monza	859,7	78,5	61,8	867,6	8,5	1'304,2	4,8
	Comune di Cinisello B.	592,7	49,8	38,0	646,6	14,2	757,3	2,6
	Comune di Sesto S. G.	499,9	137,1	88,5	404,9	57,1	901,5	2,0
	Provincia di MB	4'239,4	635,0	536,2	5'312,4	155,2	9'148,2	69,6
	Provincia di MI	20'185,7	2'280,8	1'808,4	23'835,4	708,2	39'846,9	175,0
	Comune di Monza	76%	54%	47%	73%	5%	11%	32%

Macrosettore	Area	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	COV	B(a)P
		[t/a]						
Contributo del macrosettore 7	Comune di Cinisello B.	81%	60%	54%	63%	2%	11%	41%
	Comune di Sesto S. G.	42%	11%	12%	70%	0%	8%	31%
	Provincia di MB	69%	32%	26%	61%	1%	8%	11%
	Provincia di MI	65%	39%	34%	61%	1%	8%	19%

### 3.2 CONTESTO METEO – CLIMATICO

Come evidenziato dal primo volume del sesto rapporto di valutazione IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) del 2021, i cambiamenti climatici comportano il riscaldamento del clima globale e un'intensificazione del ciclo idrogeologico, da cui deriva un aumento dei processi di evaporazione e di precipitazione. Il fenomeno dei cambiamenti climatici presenta effetti a scala globale; gli impatti a livello regionale dipendono fortemente dalla regione; ad esempio il bacino del Mediterraneo è ritenuto un'area particolarmente vulnerabile al fenomeno.

Dallo studio del contesto climatico riportato di seguito, emerge che il territorio in esame risente dell'effetto dei cambiamenti climatici, evidenziando un trend di incremento delle temperature e delle anomalie termiche rispetto ai decenni precedenti.

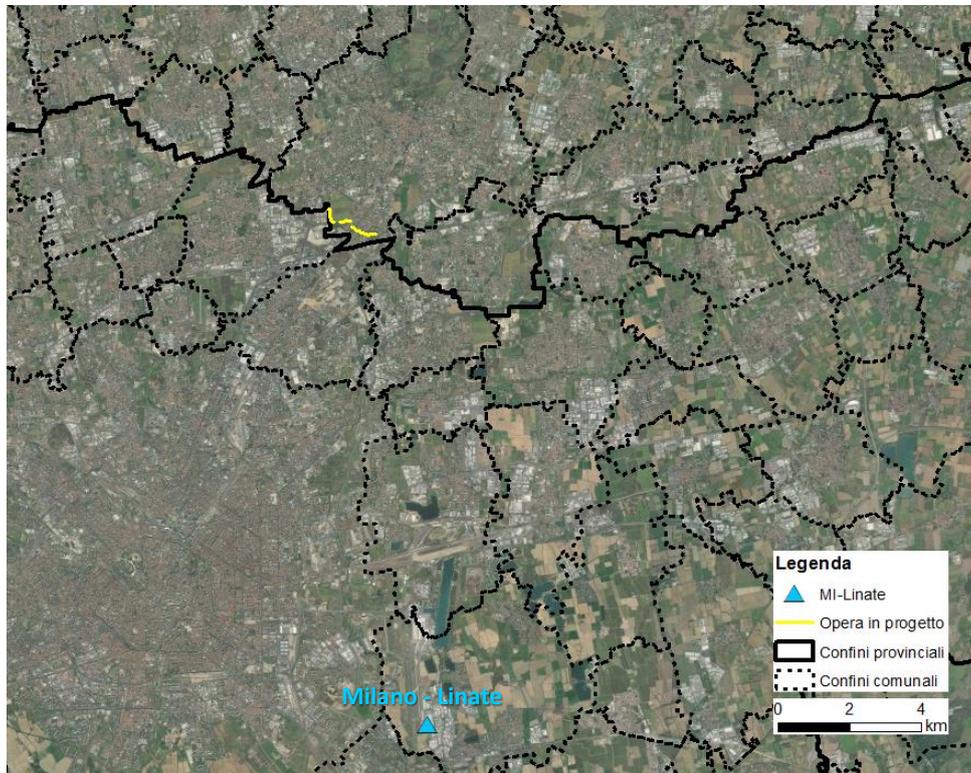
#### 3.2.1 SITUAZIONE CLIMATICA RILEVATA DALLA STAZIONE DI MILANO LINATE

Di seguito viene analizzata nel dettaglio la situazione climatica attraverso i dati misurati nella stazione sinottica di Milano-Linate (MI). Tali dati, messi a disposizione dal Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici (SCIA<sup>3</sup>) realizzato da ISPRA, sono gli unici con una durata superiore ai cinquant'anni.

Il contesto climatico presentato in queste pagine e basato sulle valutazioni del PNACC, viene contestualizzato sulla base dell'analisi della stazione meteorologica di Milano-Linate (longitudine: 9,283 latitudine: 45,433) sia sulla situazione climatica attuale ed il trend in atto.

<sup>3</sup> SCIA: <http://www.scia.isprambiente.it>

Figura 3-1 - Stazione meteorologica considerata per l'analisi climatica del territorio di Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni



Le figure seguenti mostrano l'andamento delle temperature nel trentennio 1993-2022, in termini di temperature medie, minime e massime (medie mensili e assolute) sia per i valori annuali che per quelli stagionali. Le linee tratteggiate indicano la tendenza riferita alle temperature medie.

I dati misurati mostrano una temperatura media annua nell'ultimo trentennio compresa tra i 13 e 15 °C, con un trend in aumento negli ultimi 10 anni. Le temperature massime assolute annuali hanno superato spesso i 35°C con la temperatura massima record di 39,3°C registrata nell'estate del 2003. Le temperature minime assolute annuali si sono attestate tra -2 e -12°C con la temperatura più rigida misurata nell'inverno 2012, quando il termometro ha segnato -12,1°C.

Figura 3-2 - Andamento delle temperature annuali medie, minime e massime (medie mensili e assolute) per il trentennio 1993 - 2022 misurate nella stazione sinottica di Milano-Linate

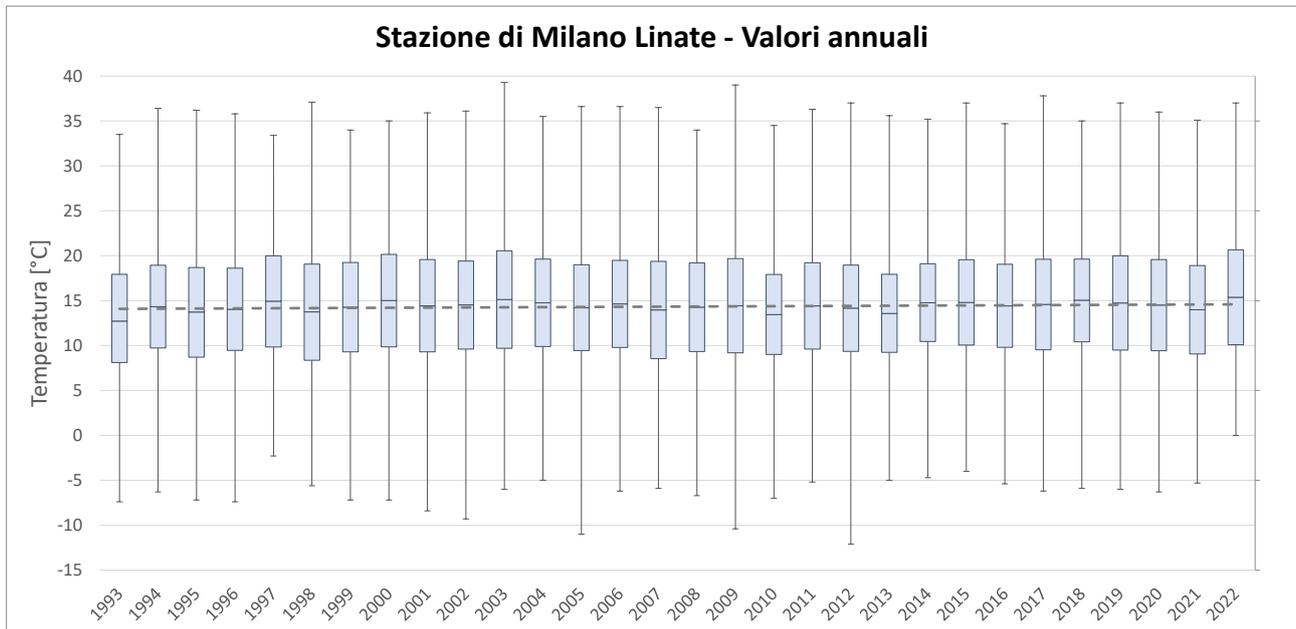
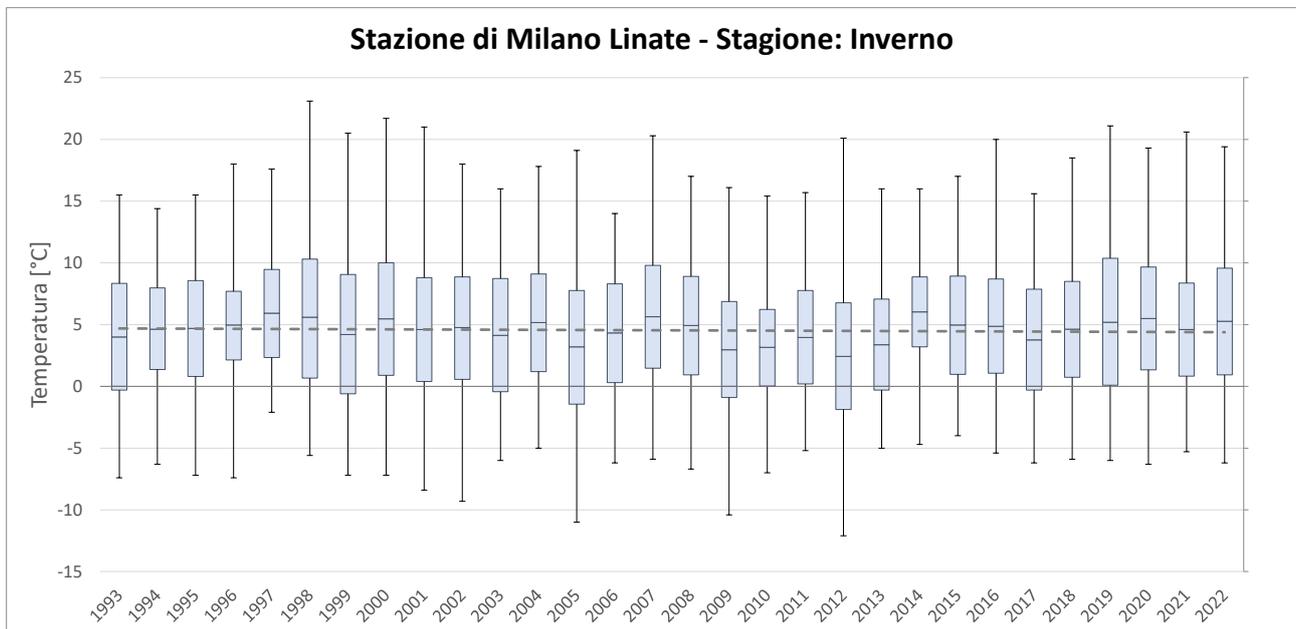
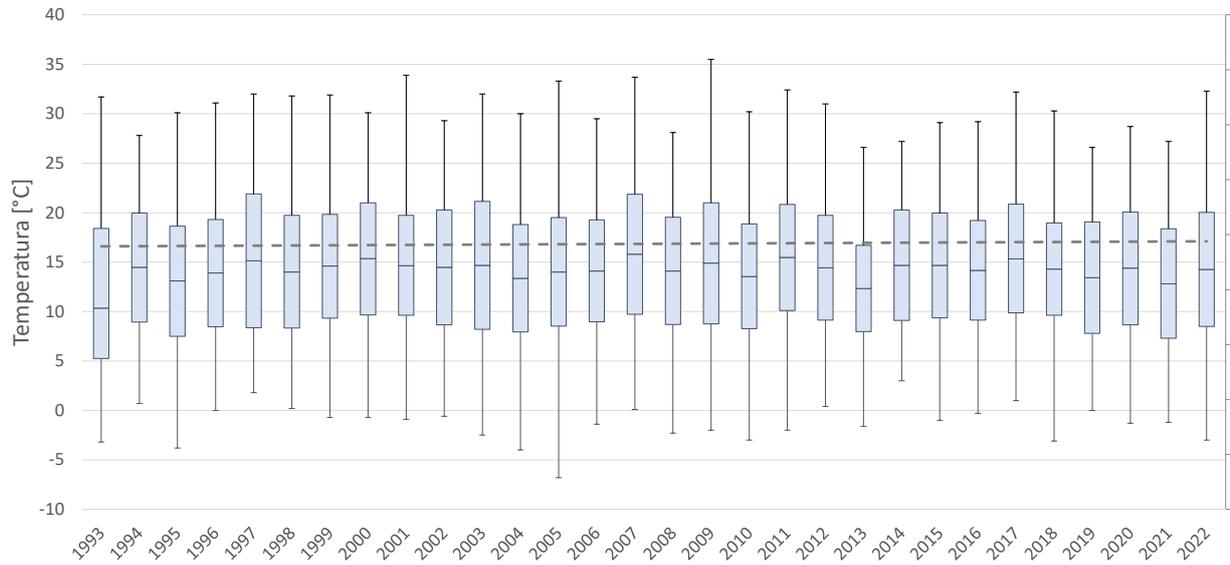


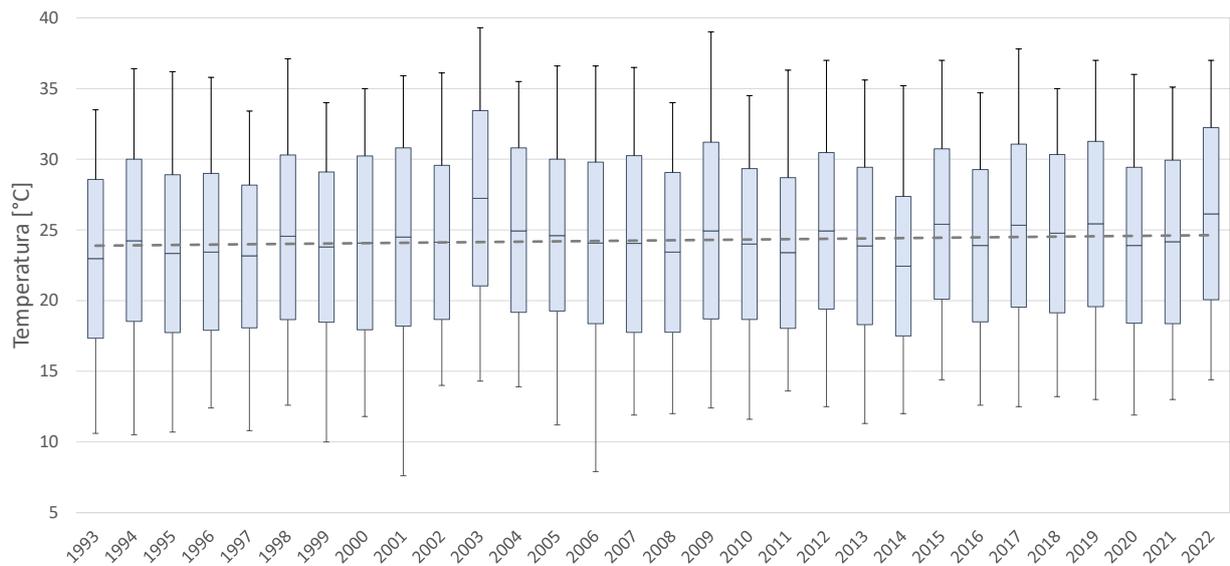
Figura 3-3 - Andamento delle temperature stagionali medie, minime e massime (medie e assolute) per il periodo 1993-2022 misurate nella stazione sinottica di Milano-Linate

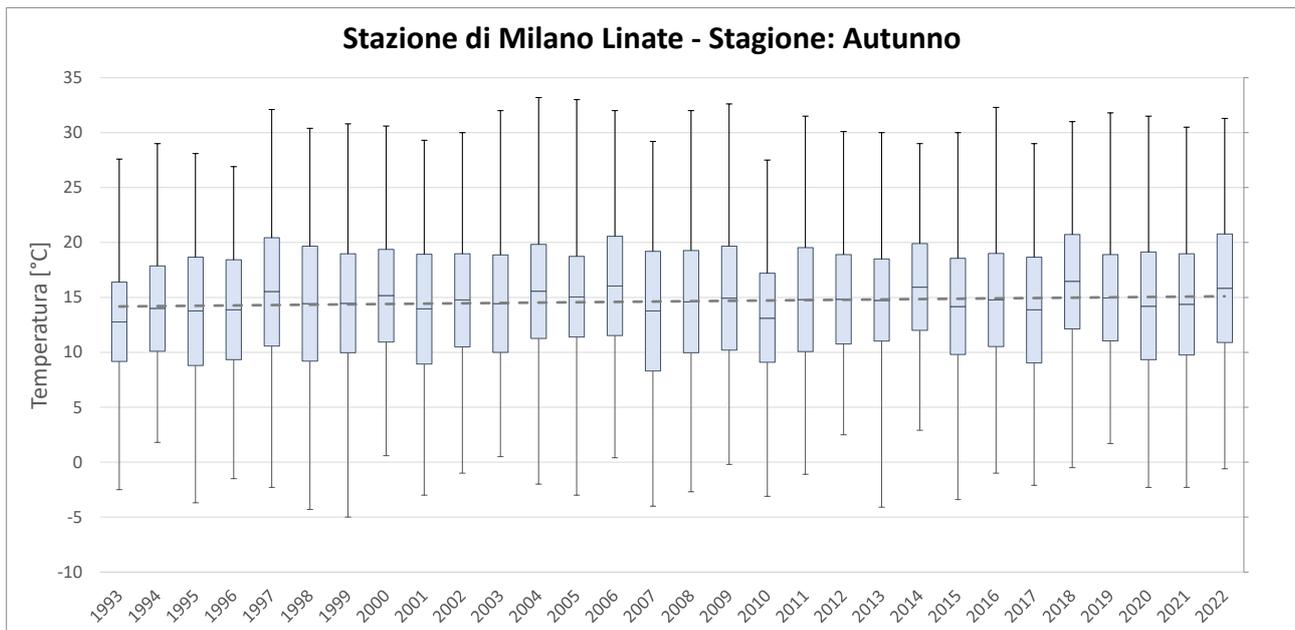


### Stazione di Milano Linate - Stagione: Primavera



### Stazione di Milano Linate - Stagione: Estate





Utilizzando i dati misurati nel trentennio precedente a quello in esame (1963 - 1992) è possibile valutare le anomalie termiche del periodo compreso tra il 1993 e il 2022 calcolate come differenza della media mensile del periodo in esame rispetto allo stesso periodo del trentennio di riferimento. La Figura 3-5 mostra evidenziati in rosso i valori sopra media (anomalie termiche positive) e in blu i valori sotto media rispetto al periodo di riferimento (anomalie termiche negative): dove la colorazione è più intensa, maggiore è l'anomalia. Si osserva come negli ultimi anni, i mesi più caldi del precedente trentennio siano sempre più intensi e frequenti con il 2003 che si attesta come l'anno più caldo degli ultimi 30 anni. Da notare inoltre che dal 1992 non si verificano anni sotto media rispetto al periodo di riferimento.

L'aumento significativo delle temperature minime, medie e massime stagionali nonché l'aumento della media annuale di circa 2°C è confermata anche valutando le temperature invernali meno rigide con la progressiva diminuzione del numero annuale di giorni con gelo (frost days<sup>4</sup>) e l'innalzamento dei valori massimi estivi con il conseguente aumento dei giorni estivi (summer days<sup>5</sup>) e delle notti tropicali<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> Giorni di gelo: numero di giorni con temperatura minima al di sotto dei 0°C

<sup>5</sup> Giorni estivi: numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29.2 °C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate)

<sup>6</sup> Notti tropicali: numero di giorni con temperatura minima superiore a 20°C.

Figura 3-4 - Giorni di gelo, notti tropicali e giorni estivi. Valori relativi alla stazione sinottica di Milano-Linate



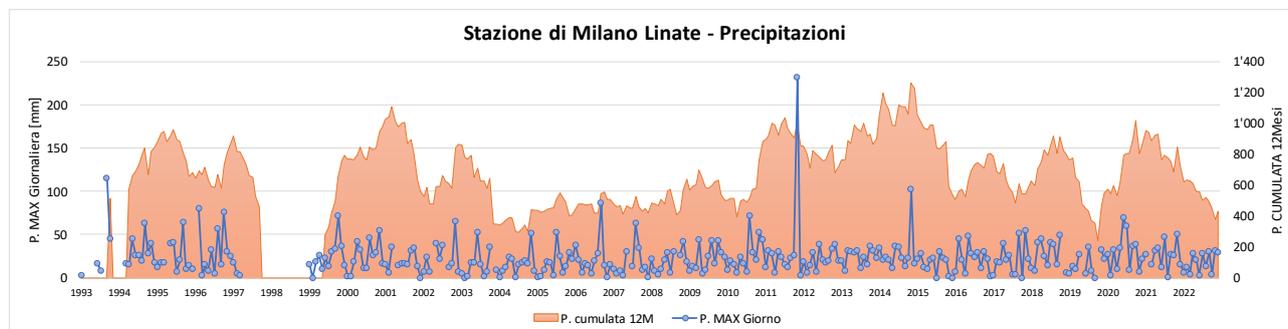


Figura 3-5 - Anomalie termiche mensili ed annuali per il trentennio 1993 - 2022 rispetto al trentennio precedente misurate nella stazione sinottica di Milano-Linate

MESE	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	1,9 °C	3,6 °C	1,5 °C	3,2 °C	3,7 °C	3,3 °C	3,0 °C	1,7 °C	3,3 °C	0,4 °C	2,0 °C	3,0 °C	1,9 °C	1,1 °C	4,9 °C	3,7 °C	-0,3 °C	1,1 °C	0,8 °C	1,5 °C	1,6 °C	3,8 °C	3,3 °C	2,4 °C	0,3 °C	4,3 °C	1,3 °C	2,7 °C	1,7 °C	1,8 °C
2	0,8 °C	0,1 °C	2,4 °C	1,1 °C	4,0 °C	4,9 °C	1,3 °C	3,3 °C	3,4 °C	3,4 °C	-0,6 °C	2,0 °C	0,0 °C	0,9 °C	3,3 °C	2,5 °C	1,0 °C	1,4 °C	1,8 °C	-2,2 °C	-0,7 °C	3,3 °C	1,2 °C	2,9 °C	2,9 °C	0,2 °C	3,0 °C	4,2 °C	3,7 °C	3,4 °C
3	-0,1 °C	4,2 °C	0,1 °C	1,0 °C	4,3 °C	2,1 °C	1,6 °C	2,7 °C	3,0 °C	3,5 °C	2,3 °C	0,3 °C	1,4 °C	1,2 °C	2,5 °C	2,5 °C	1,5 °C	0,9 °C	1,4 °C	4,1 °C	-1,2 °C	3,1 °C	1,8 °C	1,5 °C	4,0 °C	-0,6 °C	2,8 °C	0,9 °C	1,1 °C	0,5 °C
4	0,6 °C	0,6 °C	1,4 °C	1,9 °C	1,4 °C	1,2 °C	2,1 °C	2,3 °C	1,0 °C	1,6 °C	0,9 °C	1,6 °C	0,7 °C	2,3 °C	5,3 °C	1,0 °C	2,6 °C	2,0 °C	4,8 °C	0,8 °C	1,6 °C	2,8 °C	2,6 °C	3,5 °C	2,9 °C	3,9 °C	1,4 °C	2,6 °C	0,3 °C	1,2 °C
5	n.d.	1,8 °C	1,0 °C	2,0 °C	2,9 °C	1,9 °C	3,3 °C	4,3 °C	3,1 °C	1,5 °C	4,0 °C	1,4 °C	3,1 °C	2,0 °C	2,8 °C	2,0 °C	3,8 °C	0,9 °C	3,4 °C	1,6 °C	-0,2 °C	1,3 °C	2,8 °C	0,7 °C	2,3 °C	2,8 °C	-0,7 °C	2,9 °C	0,2 °C	4,3 °C
6	2,0 °C	1,1 °C	-0,6 °C	2,6 °C	0,9 °C	2,8 °C	1,6 °C	3,3 °C	1,8 °C	3,8 °C	6,2 °C	3,8 °C	4,1 °C	2,6 °C	n.d.	1,6 °C	3,0 °C	2,3 °C	1,3 °C	2,8 °C	1,7 °C	2,0 °C	3,0 °C	1,7 °C	4,3 °C	3,1 °C	4,2 °C	1,3 °C	3,5 °C	4,7 °C
7	-1,0 °C	2,7 °C	3,4 °C	0,7 °C	0,7 °C	n.d.	1,8 °C	0,4 °C	1,9 °C	1,4 °C	3,1 °C	2,3 °C	2,6 °C	3,8 °C	1,7 °C	0,9 °C	2,0 °C	3,0 °C	-0,1 °C	1,9 °C	2,3 °C	-0,8 °C	4,8 °C	2,3 °C	1,9 °C	2,2 °C	2,9 °C	1,6 °C	1,3 °C	4,3 °C
8	2,0 °C	3,0 °C	1,2 °C	1,1 °C	1,9 °C	3,6 °C	2,1 °C	2,5 °C	3,8 °C	1,2 °C	6,5 °C	2,8 °C	1,2 °C	-0,1 °C	1,0 °C	1,9 °C	3,9 °C	0,8 °C	3,1 °C	4,1 °C	1,7 °C	0,2 °C	2,5 °C	1,8 °C	3,9 °C	3,1 °C	3,3 °C	2,9 °C	1,8 °C	3,5 °C
9	-0,7 °C	0,0 °C	-0,9 °C	-2,0 °C	2,7 °C	1,6 °C	2,5 °C	2,3 °C	-1,2 °C	0,6 °C	1,3 °C	2,2 °C	2,6 °C	2,5 °C	-0,2 °C	0,2 °C	2,5 °C	-0,4 °C	3,3 °C	0,9 °C	1,3 °C	1,2 °C	0,5 °C	3,4 °C	-0,5 °C	2,5 °C	1,6 °C	1,7 °C	2,2 °C	1,5 °C
10	0,1 °C	0,2 °C	2,2 °C	1,8 °C	2,5 °C	2,5 °C	1,5 °C	2,3 °C	3,9 °C	2,0 °C	0,4 °C	3,3 °C	2,4 °C	3,1 °C	1,3 °C	2,5 °C	1,2 °C	-0,4 °C	1,3 °C	1,9 °C	2,1 °C	3,4 °C	0,9 °C	0,6 °C	2,0 °C	3,2 °C	n.d.	0,2 °C	0,3 °C	4,7 °C
11	0,2 °C	3,1 °C	1,3 °C	3,1 °C	2,7 °C	0,5 °C	0,7 °C	2,2 °C	0,5 °C	3,0 °C	2,9 °C	2,5 °C	1,4 °C	3,8 °C	1,5 °C	2,4 °C	2,4 °C	1,4 °C	1,1 °C	3,0 °C	2,1 °C	4,5 °C	2,4 °C	1,6 °C	1,4 °C	5,0 °C	2,6 °C	2,0 °C	1,9 °C	2,6 °C
12	1,9 °C	2,8 °C	2,8 °C	3,2 °C	2,7 °C	1,2 °C	0,9 °C	4,0 °C	-0,3 °C	3,1 °C	3,6 °C	3,1 °C	0,3 °C	3,6 °C	1,3 °C	1,2 °C	0,8 °C	-0,4 °C	1,9 °C	0,6 °C	1,8 °C	3,6 °C	3,0 °C	1,9 °C	0,7 °C	2,0 °C	3,9 °C	2,2 °C	1,0 °C	3,2 °C
ANNO	0,4 °C	2,1 °C	1,4 °C	1,8 °C	2,7 °C	1,5 °C	2,0 °C	2,7 °C	2,1 °C	2,3 °C	2,8 °C	2,5 °C	1,9 °C	2,4 °C	1,7 °C	2,0 °C	2,2 °C	1,2 °C	2,1 °C	1,9 °C	1,3 °C	2,5 °C	2,5 °C	2,1 °C	2,3 °C	2,8 °C	2,5 °C	2,2 °C	1,7 °C	3,1 °C

Per le precipitazioni misurate nel periodo 1993 - 2022, la figura seguente rappresenta la precipitazione cumulata annua mobile e la massima precipitazione giornaliera nel mese. Si notano variazioni statisticamente non rilevanti.

Figura 3-6 - Precipitazione cumulata su 12 mesi e precipitazione massima giornaliera. Valori relativi alla stazione sinottica di Milano-Linate



### 3.2.2 PROIEZIONI CLIMATICHE FUTURE

Il PNACC nella sua versione di dicembre 2022 analizza le variazioni annuali per la precipitazione totale e la temperatura media su scala annuale, insieme alla stima dell'incertezza per tutti gli scenari analizzati (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP8.5). Nel PNACC, le variazioni climatiche attese sul trentennio centrato sull'anno 2050 (2036-2065) sono state valutate rispetto all'analisi climatica del trentennio storico di riferimento 1981-2010, considerando i tre scenari IPCC: RCP8.5 "Business as usual" - crescita delle emissioni di gas serra ai ritmi attuali, RCP4.5 "Forte mitigazione" - entro il 2070 le emissioni di CO<sub>2</sub> scendono al di sotto dei livelli attuali, RCP2.6 "Mitigazione aggressiva" - emissioni dimezzate entro il 2050. Le variazioni climatiche attese sono state ottenute a partire da un ensemble di modelli climatici disponibili nell'ambito del programma EURO-CORDEX alla maggior risoluzione disponibile - circa 12 km (si rimanda al PNACC per dettagli).

Tale analisi evidenzia un generale aumento delle temperature per tutti gli scenari considerati (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP8.5), più pronunciato considerando lo scenario RCP 8.5, con incrementi superiori ai 2°C. Nello specifico, lo scenario RCP 8.5 proietta un aumento nelle aree geografiche Nord-Ovest e Nord-Est (Figura 3-7). Lo scenario RCP 2.6, invece, proietta un aumento rilevante delle precipitazioni sul nord Italia. In generale, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura essendo le precipitazioni già soggette a forti variazioni naturali. Come mostrato in Figura 3-7, si osserva infatti una maggiore dispersione (espressa in termini di deviazione standard) intorno ai valori medi per le variazioni di precipitazione rispetto a quelle di temperatura. Tali incertezze appaiono particolarmente pronunciate nel nord Italia, secondo lo scenario RCP 2.6.

Figura 3-7 – Estratto dal PNACC dicembre 2022: le variazioni climatiche attese sul trentennio centrato sull'anno 2050 (2036-2065) valutate rispetto all'analisi climatica del trentennio storico di riferimento 1981-2010, per la temperatura media e la precipitazione cumulata: DJF – inverno, MAM – primavera, JJA – estate, SON – autunno.

**Variazione della temperatura media (°C)**

	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord- Ovest	1,2	0,9	1,1	1,5	1,8	1,2	1,9	1,8	2,3	1,7	2,3	2,5	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,8	0,5	0,4	0,3	0,8	0,4	0,5	0,4	0,9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	1,2	0,9	1,1	1,4	1,7	1,2	1,9	1,7	2,2	1,7	2,2	2,4	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,3	0,7	0,4	0,4	0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	1,0	0,9	1,2	1,3	1,5	1,1	2,0	1,7	1,9	1,5	2,3	2,3	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,4	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3	0,8	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	1,0	0,9	1,3	1,3	1,5	1,1	2,0	1,6	1,8	1,6	2,3	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,4	0,4	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	1,0	0,9	1,2	1,3	1,3	1,1	1,9	1,6	1,7	1,6	2,2	2,2	Variazione climatica (2050s)
	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,3	0,3	0,6	0,3	0,4	0,3	0,7	Stima dell'incertezza (2050s)

**Variazione della precipitazione cumulata (%)**

	RCP2.6				RCP4.5				RCP8.5				
	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	DJF	MAM	JJA	SON	
Nord- Ovest	12,3	3,2	5,9	5,1	14,3	-0,3	-4,8	-2,3	2,5	3,3	-0,9	2,4	Variazione climatica (2050s)
	15	5	7	13	10	4	8	11	12	10	11	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Nord-Est	12	4	6	5	10	1	-6	2	5	3	0	5	Variazione climatica (2050s)
	16	5	9	11	8	4	11	10	9	7	12	12	Stima dell'incertezza (2050s)
Centro	9	-1	3	3	5	-2	-14	1	0	-3	-6	4	Variazione climatica (2050s)
	13	4	12	11	7	4	13	10	7	6	12	15	Stima dell'incertezza (2050s)
Sud	3	-2	0	1	0	-3	-15	2	-2	-5	-12	1	Variazione climatica (2050s)
	9	7	16	12	6	5	14	10	9	7	13	9	Stima dell'incertezza (2050s)
Isole	3	-6	7	-1	-2	-7	-14	-3	-7	-8	-13	-2	Variazione climatica (2050s)
	8	7	25	11	5	8	14	9	7	7	16	10	Stima dell'incertezza (2050s)

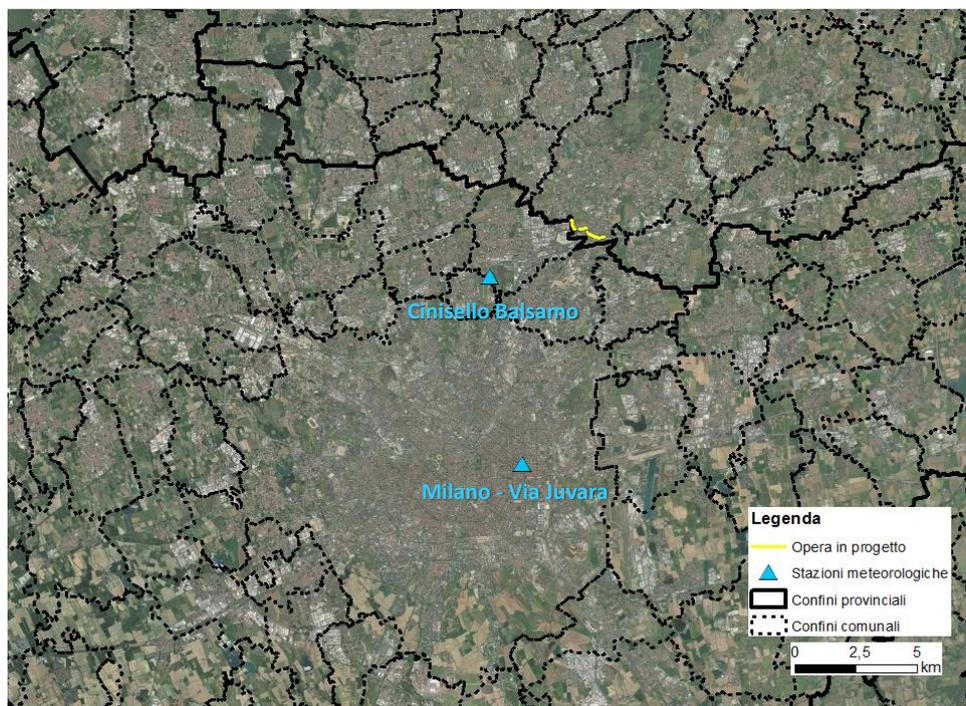
### 3.2.3 ANALISI METEOROLOGICA

Al fine di analizzare le condizioni di stabilità atmosferica che determina il grado di dispersione degli inquinanti, il presente capitolo analizza i dati meteorologici del quinquennio 2018 - 2022 per le stazioni di monitoraggio più prossime all'area di progetto, ossia Cinisello Balsamo e, per la pressione atmosferica, Milano - Via Juvara, appartenenti alla rete di monitoraggio regionale di ARPA Lombardia. Le caratteristiche di tali stazioni sono riportate in Tabella 3-5, mentre in Figura 3-8 è rappresentata la loro ubicazione.

Tabella 3-5 - Anagrafica delle stazioni meteorologiche considerate

Stazione	Coordinate WGS84/UTM 32N		Quota [m]	Parametri monitorati
	X [m]	Y [m]		
Cinisello Balsamo (MI)	516'050	5'043'257	142	Direzione e velocità del vento, Temperatura, Umidità relativa, Precipitazione, Radiazione globale
Milano - Via Juvara (MI)	517'376	5'035'546	122	Direzione e velocità del vento, Temperatura, Umidità relativa, Precipitazione, Radiazione globale, Pressione atmosferica

Figura 3-8 - Localizzazione delle stazioni meteorologiche considerate



La completezza dei parametri rilevati, riassunta in Tabella 3-6, è molto elevata e sempre superiore al 98%. Per la stazione di Milano - Via Juvara è stata analizzata esclusivamente la pressione atmosferica.

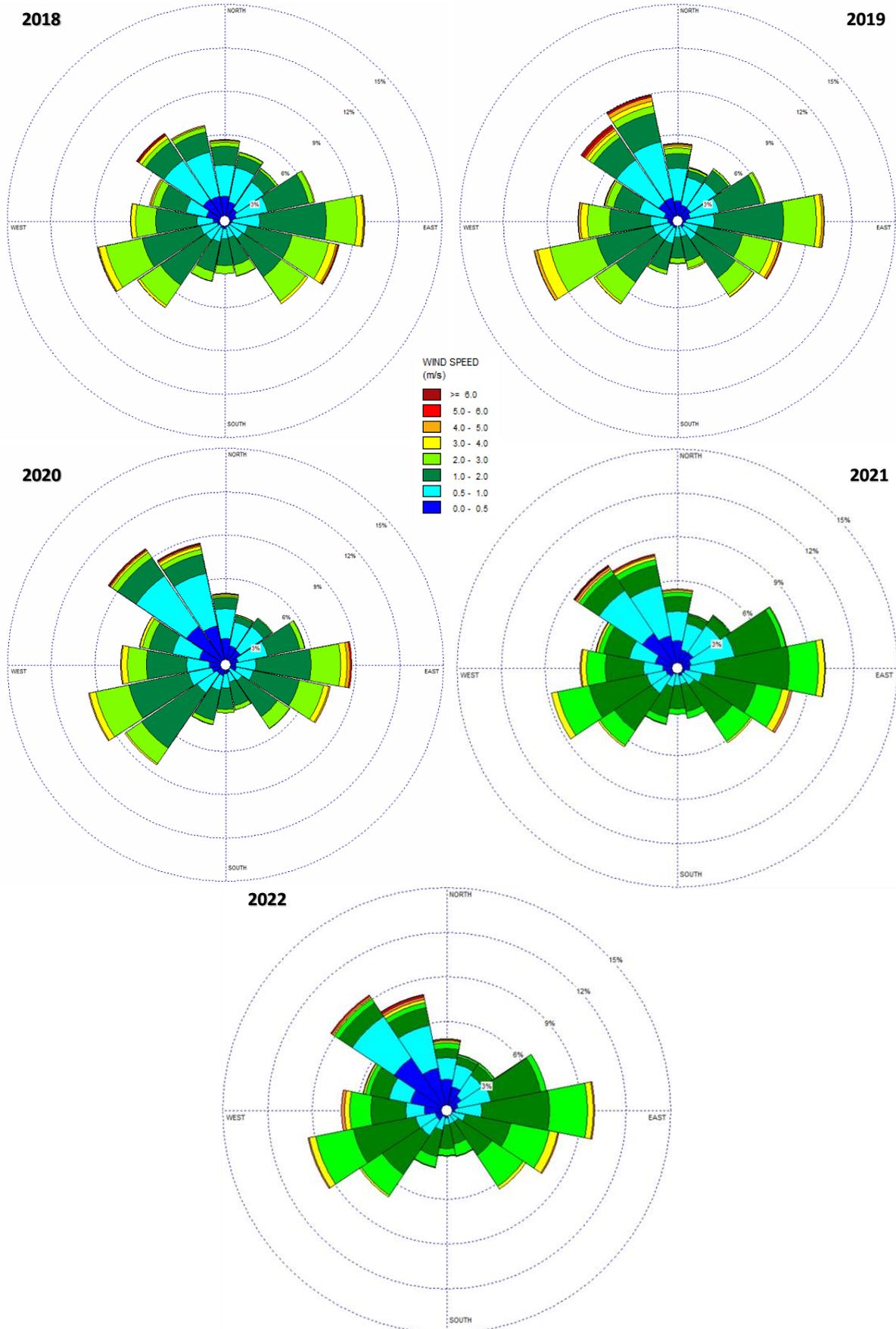
Tabella 3-6 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni meteorologiche nel quinquennio considerato

Stazione	Anno	Completezza [%]						
		Velocità vento	Direzione vento	Temp.	Umidità relativa	Precip.	Radiazione globale	Pressione atmosferica
Cinisello Balsamo	2018	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	100,0%	99,9%	-
	2019	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%	-
	2020	99,9%	99,9%	99,9%	99,8%	99,9%	99,9%	-
	2021	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	-
	2022	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	99,9%	-
Milano - Via Juvara	2018	-	-	-	-	-	-	98,8%
	2019	-	-	-	-	-	-	99,9%
	2020	-	-	-	-	-	-	99,9%
	2021	-	-	-	-	-	-	99,5%
	2022	-	-	-	-	-	-	99,9%

### 3.2.3.1 Regime anemologico

Nelle figure seguenti sono riportate le rose dei venti del quinquennio 2018 - 2022 per la stazione di monitoraggio di Cinisello Balsamo.

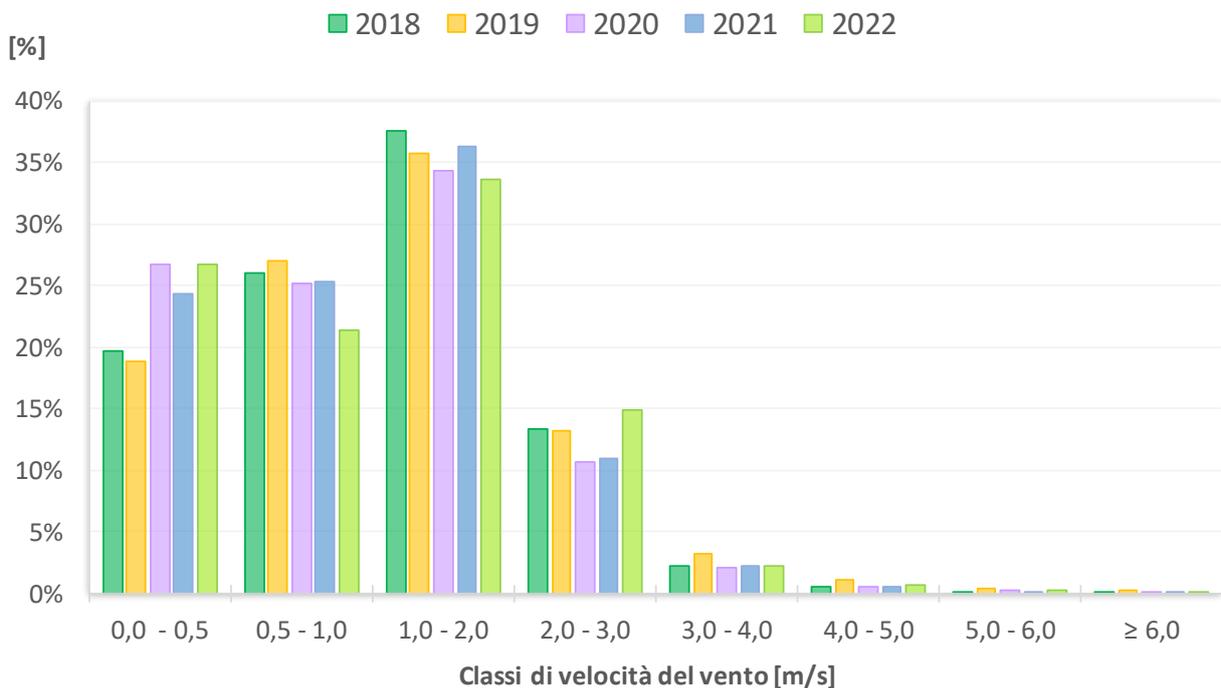
Figura 3-9 - Rose dei venti rilevate dalla stazione di Cinisello Balsamo per gli anni 2018-2022



Le rose dei venti del quinquennio in esame evidenziano Est, il settore Sud - Ovest e il settore Nord - Ovest come direzioni preponderanti di provenienza del vento. In particolare nel biennio 2018 - 2019 la direttrice Est - Ovest risulta essere più marcata, mentre nel triennio 2020 - 2022 spicca anche il contributo del settore Nord - Ovest, caratterizzato da velocità del vento più rapide. Nel complesso le velocità del vento prevalenti sono di brezza leggera, come emerge da Figura 3-10.

Figura 3-10 - Distribuzione di frequenza della velocità del vento rilevata dalla stazione di Cinisello Balsamo per il quinquennio 2018 - 2022

### Distribuzione di frequenza della velocità del vento

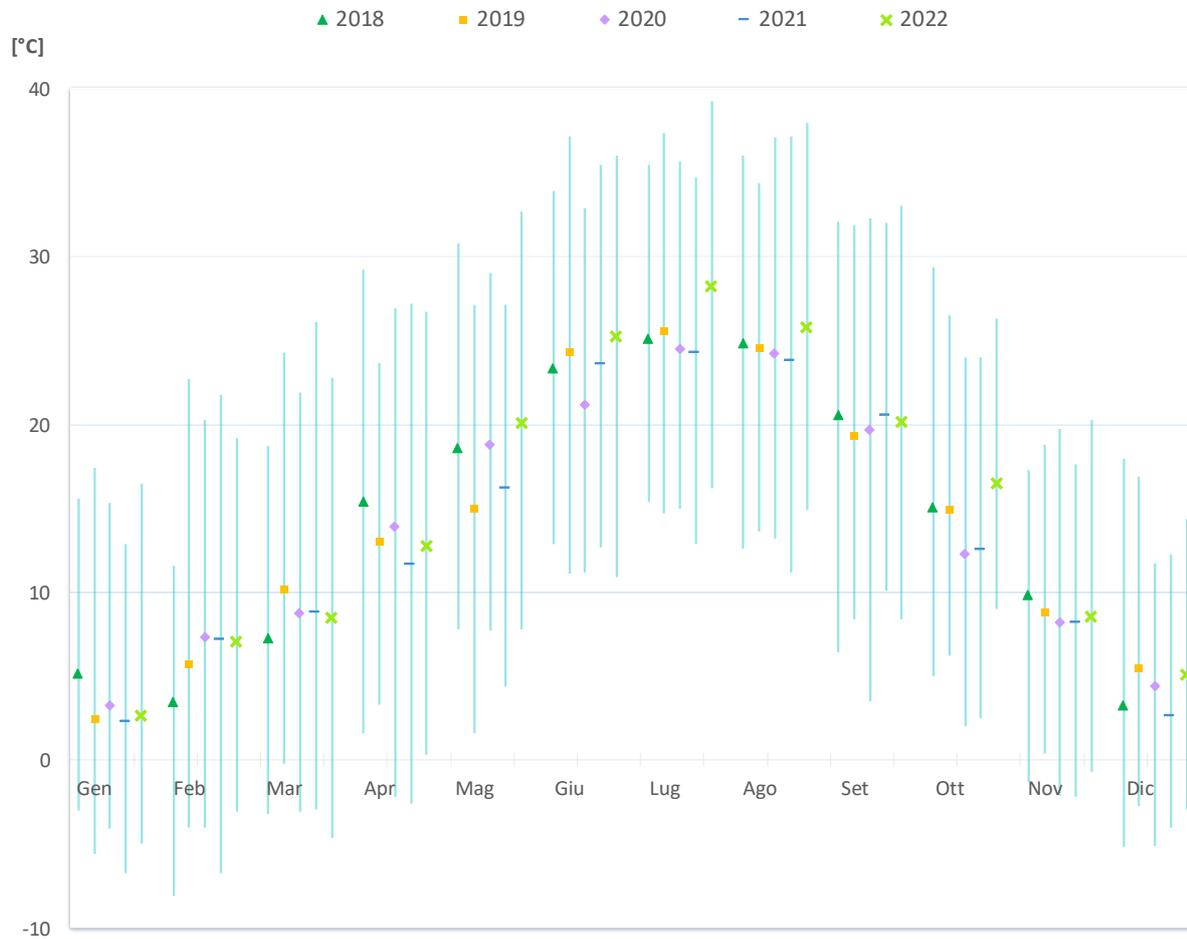


#### 3.2.3.2 Temperatura

La temperatura monitorata dalla stazione di Cinisello Balsamo evidenzia valori medi mensili invernali (Dicembre - Febbraio) compresi tra 2°C e 7°C, mentre quelli estivi (Giugno - Agosto) si attestano tra 21°C e 28°C. Le temperature massime superano i 39°C (Luglio 2022) e la temperatura minima è pari a circa -8°C (Febbraio 2018).

In Figura 3-11 si riportano gli andamenti delle temperature medie mensili nel quinquennio 2018 - 2022, con indicazione dei valori minimi e massimi registrati a livello mensile.

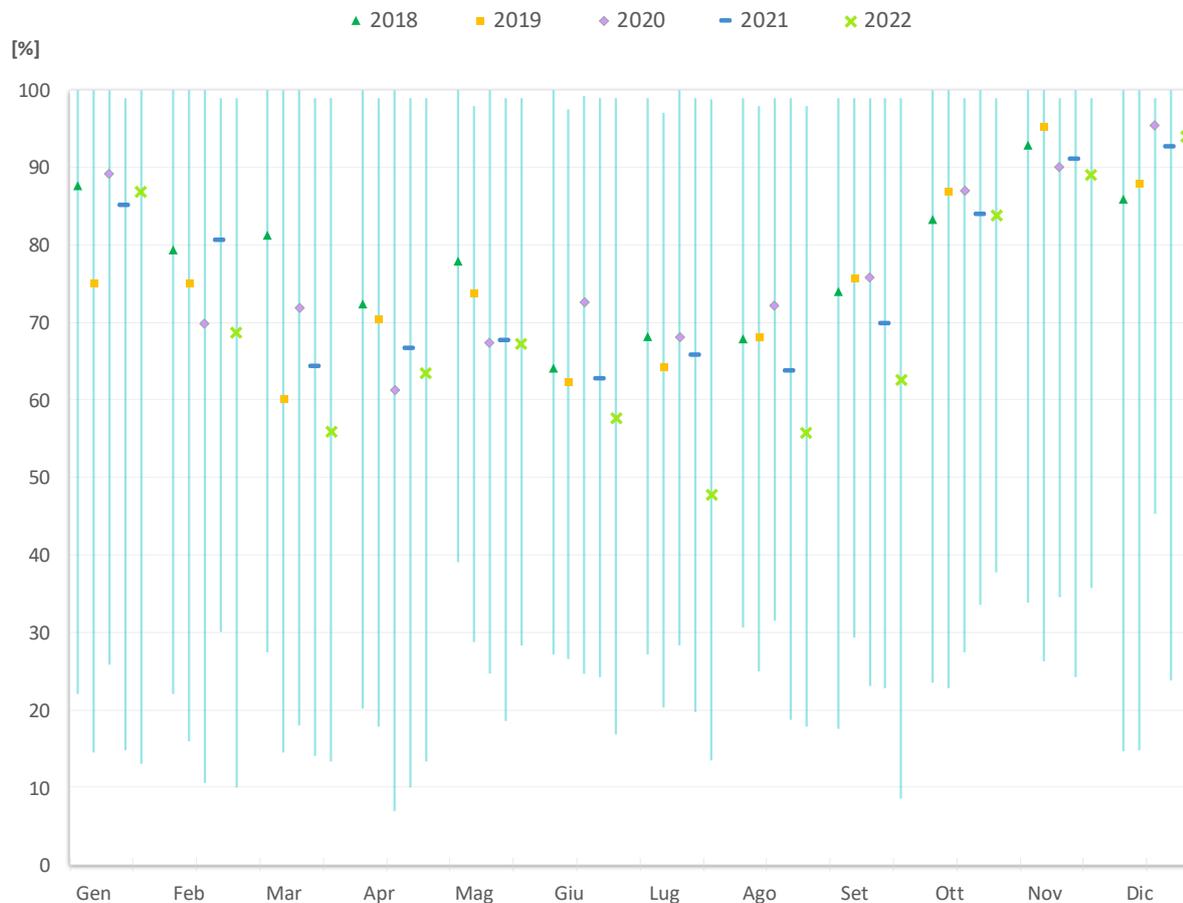
Figura 3-11 - Andamento della temperatura mensile (minima, media e massima) nel quinquennio 2018 - 2022. Il dato medio mensile è rappresentato mediante indicatore, mentre l'intervallo lineare indica i valori minimi e massimi registrati



### 3.2.3.3 Umidità relativa

L'andamento medio mensile dell'umidità relativa, misurato in corrispondenza della stazione di Cinisello Balsamo, mostra valori più elevati durante il periodo autunnale ed invernale per l'intero quinquennio. Durante il periodo primaverile ed estivo si registrano invece i valori minimi di poco superiori al 60% in tutti gli anni tranne il 2022 che, durante il mese di Luglio, ha raggiunto il 48%.

Figura 3-12 - Andamento dell'umidità relativa a Cinisello Balsamo nel quinquennio 2018 - 2022



### 3.2.3.4 Precipitazione

Per quanto concerne la precipitazione cumulata, i dati registrati in corrispondenza della stazione meteorologica di Cinisello Balsamo mostrano che l'area è caratterizzata da precipitazioni variabili nel corso del quinquennio considerato, raggiungendo il massimo assoluto nel mese di Novembre 2019 (Figura 3-13). In Figura 3-14 si riporta l'andamento della precipitazione cumulata annuale nel quinquennio in esame, come si può osservare, l'anno 2022 si configura come il meno piovoso del quinquennio.

Figura 3-13 - Precipitazione cumulata mensile a Cinisello Balsamo nel quinquennio 2018 - 2022

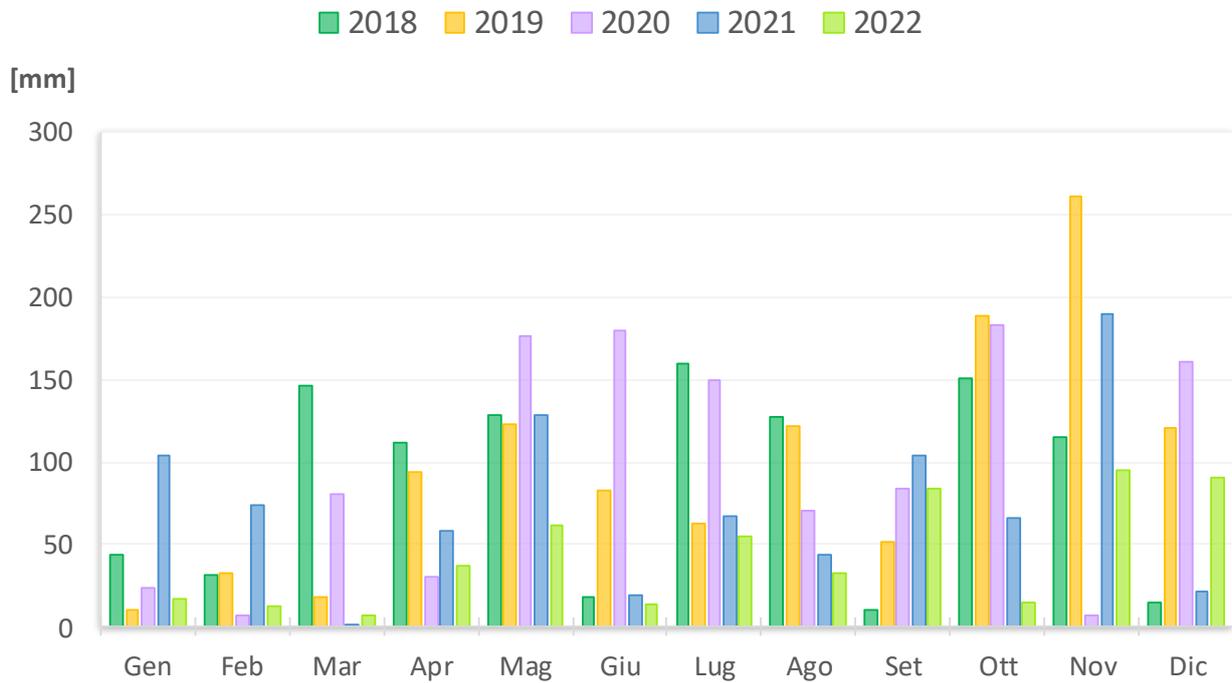
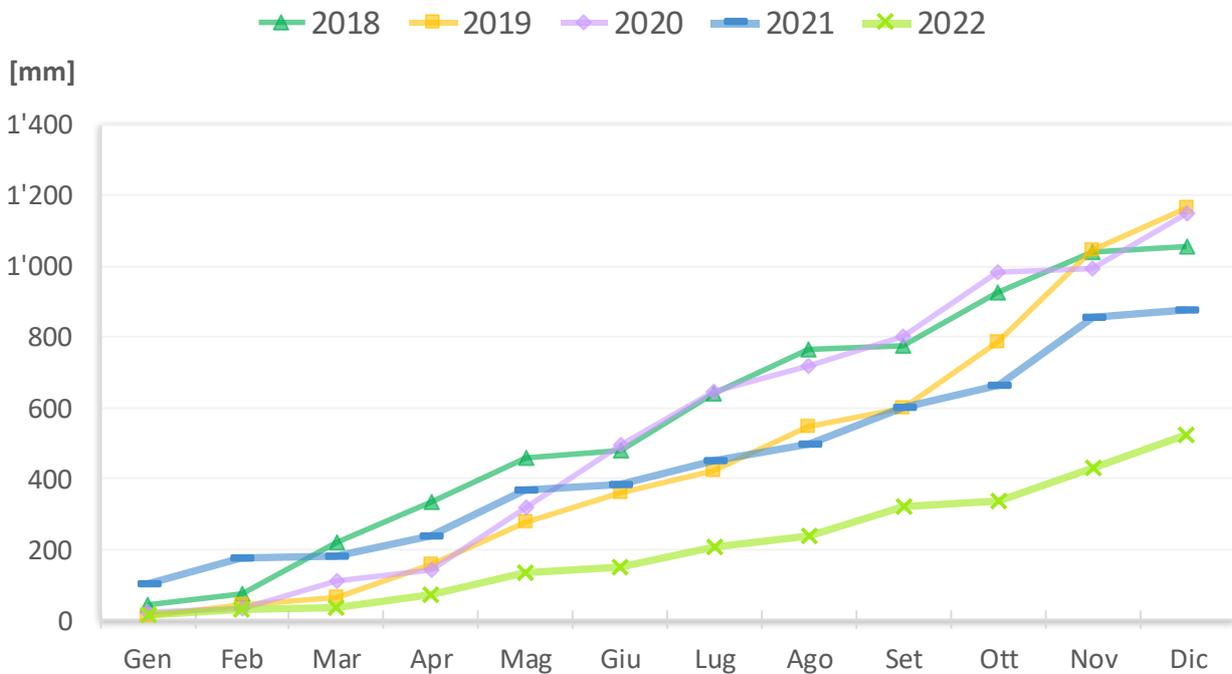


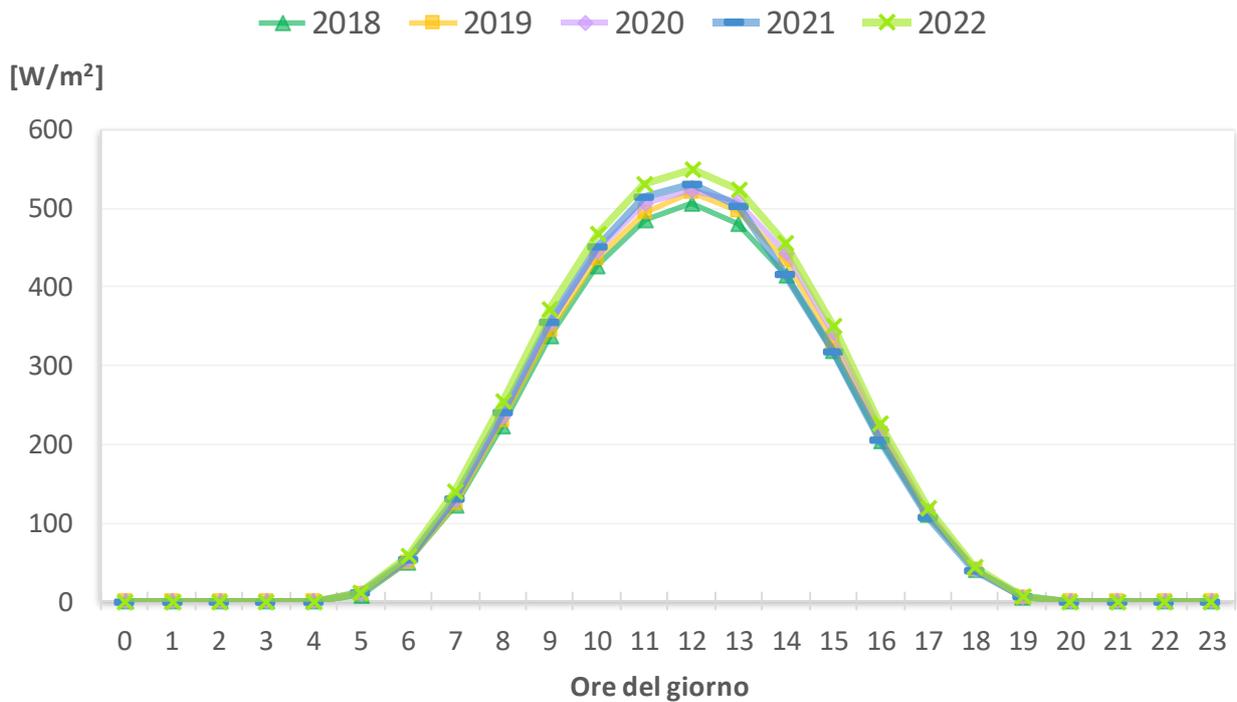
Figura 3-14 - Precipitazione cumulata annuale a Cinisello Balsamo nel quinquennio 2018 - 2022



### 3.2.3.5 Radiazione solare globale

La radiazione solare globale monitorata dalla stazione di Cinisello Balsamo presenta un andamento medio nella giornata caratterizzato dalla tipica forma a campana, con massimi intorno ai 550 W/m<sup>2</sup> nelle ore centrali per l'intero quinquennio 2018 - 2022 (Figura 3-15).

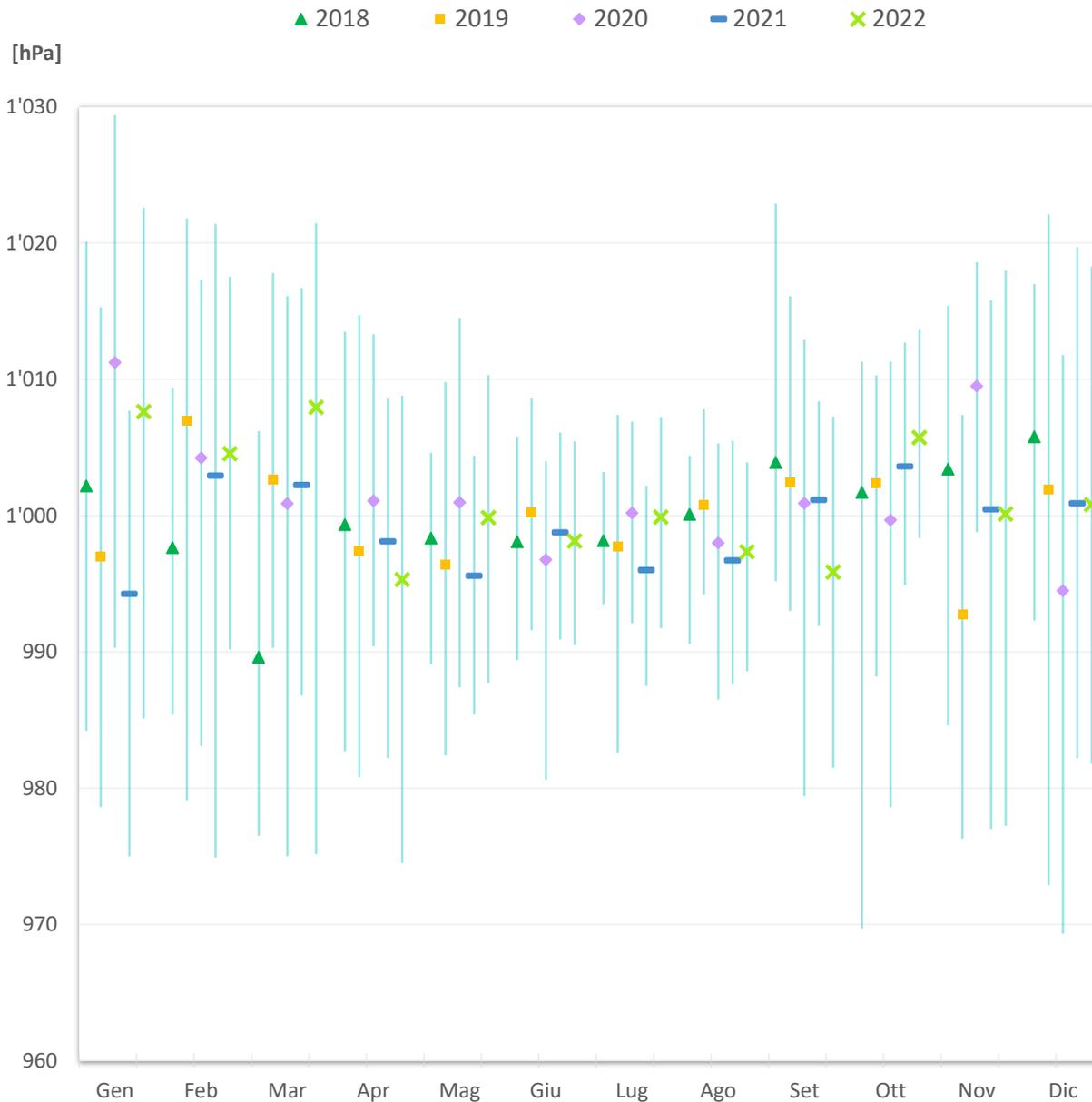
Figura 3-15 - Radiazione solare globale oraria nel quinquennio 2018 - 2022



### 3.2.3.6 Pressione atmosferica

La pressione atmosferica è rilevata dalla stazione di Milano - Via Juvara (Figura 3-16). Il trend risulta poco variabile in particolare nei mesi compresi tra Aprile e Ottobre, ma evidenzia estesi sistemi di bassa pressione che hanno caratterizzato la situazione meteorologica regionale come nei mesi di Marzo 2018 e Novembre 2019.

Figura 3-16 - Andamento della pressione atmosferica a Milano - Via Juvara nel quinquennio 2018 - 2022



### 3.2.3.7 Input meteorologico e analisi della turbolenza atmosferica

I dati meteorologici misurati dalla stazione ARPA di Cinisello Balsamo sono stati rielaborati attraverso MICROMETEO, al fine di poter alimentare il modello di dispersione CALPUFF. Le variabili meteorologiche in input a MICROMETEO sono:

- direzione del vento;
- velocità del vento;
- temperatura;
- precipitazione;
- radiazione solare globale;
- copertura nuvolosa.

In termini di copertura nuvolosa sono stati utilizzati i dati estratti dall'archivio del National Center for Atmospheric Research Computational and Information Systems Laboratory.

Il pre-processore MICROMETEO sviluppato da TerrAria permette di:

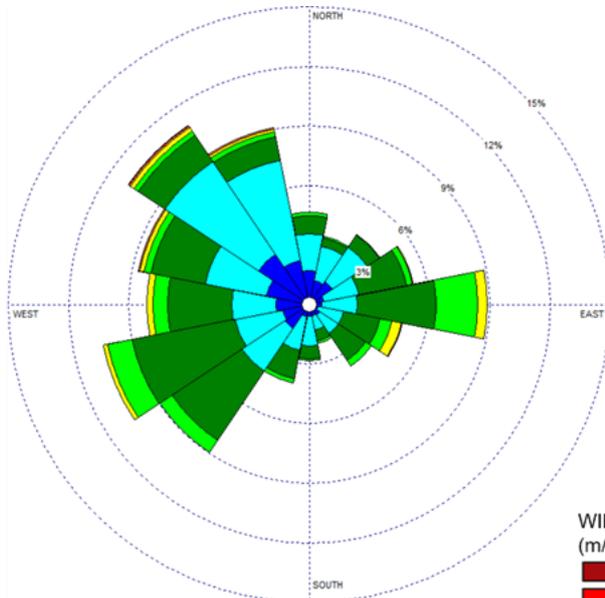
- calcolare la classe di stabilità a partire dalla radiazione solare e dalla copertura nuvolosa;
- determinare la lunghezza di Monin - Obukhov dalla classe di stabilità;
- derivare la velocità di frizione  $u^*$  dalla velocità del vento, dalla classe di stabilità e dalla lunghezza di Monin - Obukhov;
- ottenere l'altezza dello strato di rimescolamento attraverso la velocità di frizione, la lunghezza di Monin - Obukhov, la classe di stabilità e la temperatura.

A partire dalle analisi riportate nei precedenti paragrafi, gli anni 2018 - 2022 risultano in linea tra loro e, data la buona completezza dei dati dell'intero quinquennio, si è scelto di utilizzare il 2021 come anno meteorologico per effettuare le simulazioni modellistiche.

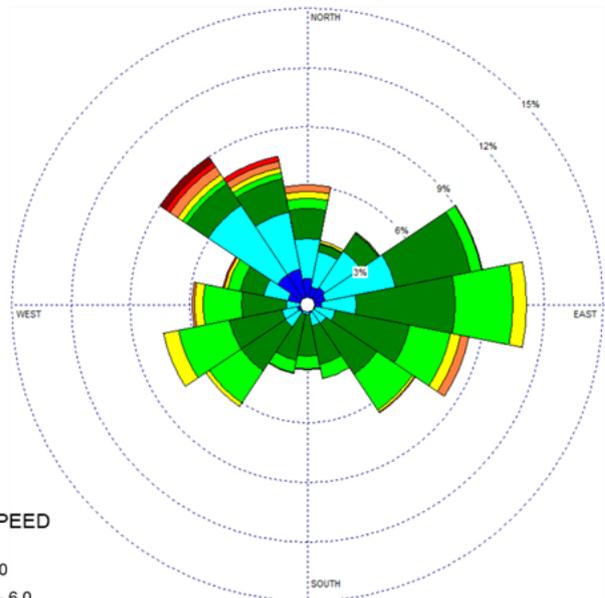
In Figura 3-17 si riportano le rose stagionali rilevate nell'anno 2021 in corrispondenza della stazione di Cinisello Balsamo. Come si può osservare, i venti più veloci si registrano nei mesi primaverili. In termini di direzioni prevalenti, l'area risulta caratterizzata da un vento proveniente dal settore Nord - Ovest in particolare nella stagione invernale, dalla componente proveniente da Est e dalla direzione Ovest - Sud - Ovest.

Figura 3-17 - Rose dei venti stagionali rilevate dalla stazione di Cinisello Balsamo per l'anno 2021

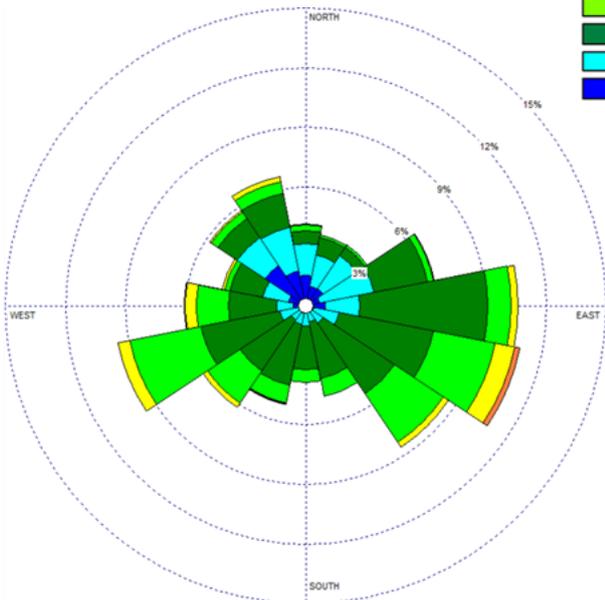
Inverno



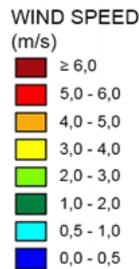
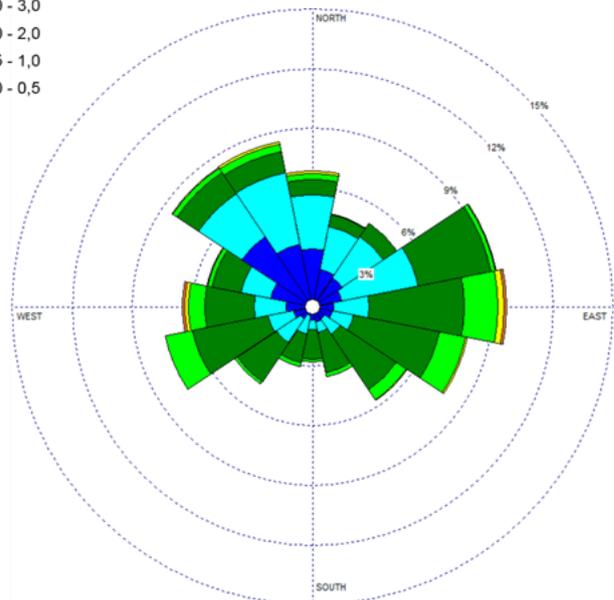
Primavera



Estate



Autunno



In Figura 3-18 è riportato l'andamento dell'altezza dello strato di rimescolamento del 2021, mentre la Figura 3-19 mostra la frequenza delle classi di stabilità atmosferica al variare delle stagioni dello stesso anno.

Per quanto riguarda lo strato di rimescolamento, si osserva il classico andamento con altezza ridotta durante le ore notturne e più elevata durante il dì per l'azione dell'irraggiamento solare. In primavera ed estate la massima altezza di rimescolamento supera i 1'600 m, mentre in inverno e in autunno si mantiene al di sotto dei 1'200 m. Si può inoltre notare come la massima altezza dello strato di rimescolamento sia raggiunta mediamente alle ore 14 in autunno ed in inverno e tra le ore 15 e 16 in primavera ed estate.

In termini di stabilità atmosferica, le classi preponderanti risultano essere F (stabile), D (neutrale) ad eccezione dei mesi estivi, A (molto instabile) nelle stagioni estiva e primaverile.

Figura 3-18 - Andamento del giorno tipo stagionale dell'altezza dello strato di rimescolamento - anno 2021

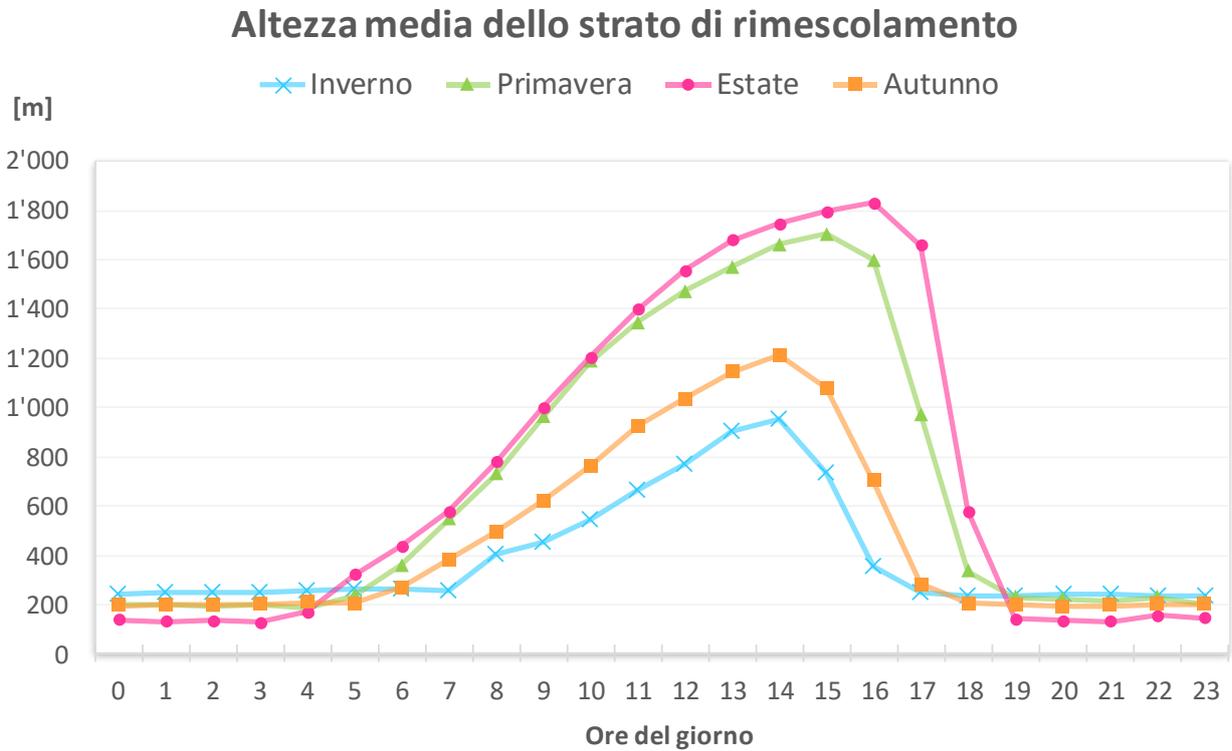
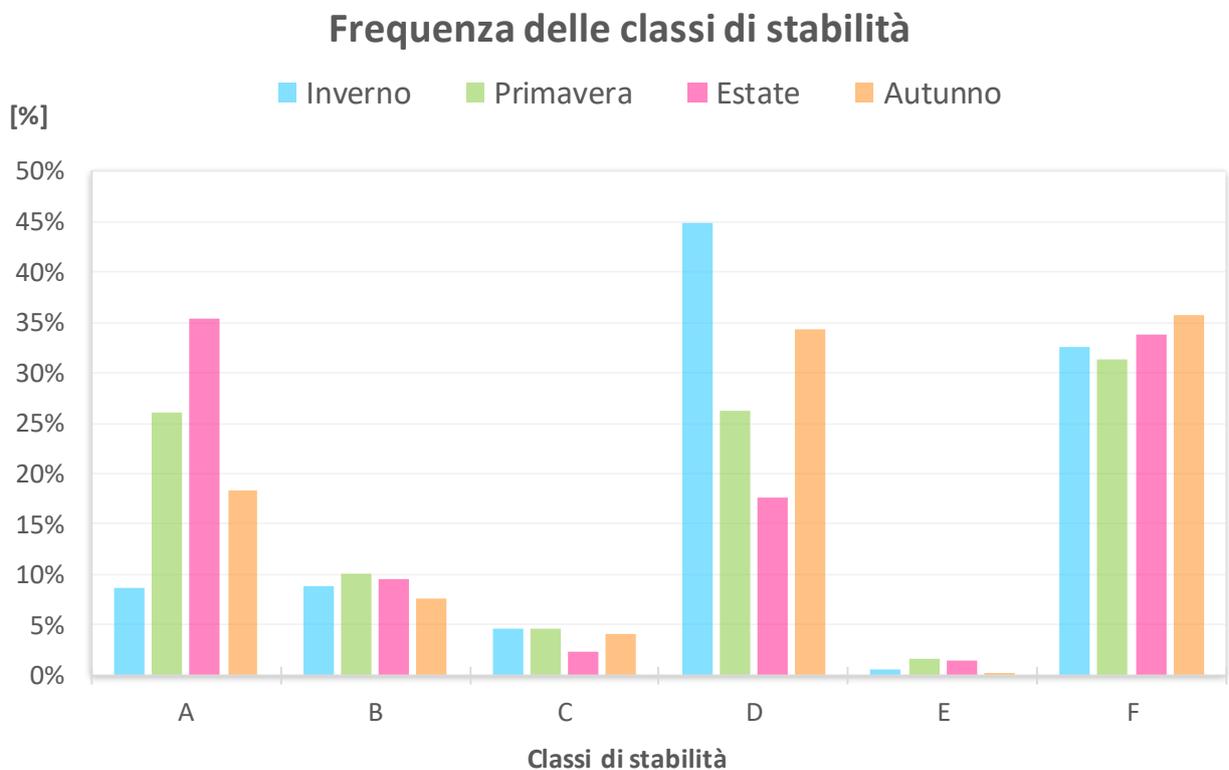


Figura 3-19 - Frequenza delle classi di stabilità atmosferica stagionale (A = instabilità, F = stabilità) per l'anno 2021



### 3.3 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Nel presente capitolo è analizzata la qualità dell'aria nella zona circostante l'opera in progetto, utilizzando i dati registrati nel quinquennio 2018 - 2022 dalle 7 stazioni di monitoraggio più prossime all'area in esame (Figura 3-20), appartenenti alla rete regionale di ARPA Lombardia. Le caratteristiche di tali stazioni sono riportate in Tabella 3-7. Il territorio d'interesse è inserito nel bacino aerologico della Pianura Padana che risente delle condizioni favorevoli all'accumulo degli inquinanti, tipiche della area. Dall'analisi dello stato di qualità dell'aria illustrato in dettaglio di seguito, emergono, infatti, situazioni di superamento dei limiti normativi nazionali, in particolare in termini di concentrazioni medie annue di biossido di azoto, di numero di superamenti della media giornaliera di particolato fine e del valore obiettivo dell'ozono per la protezione della salute umana.

Sono inoltre state considerate le campagne mobili di monitoraggio della qualità dell'aria nei comuni nella zona circostante all'opera in progetto.

Figura 3-20 - Localizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria considerate

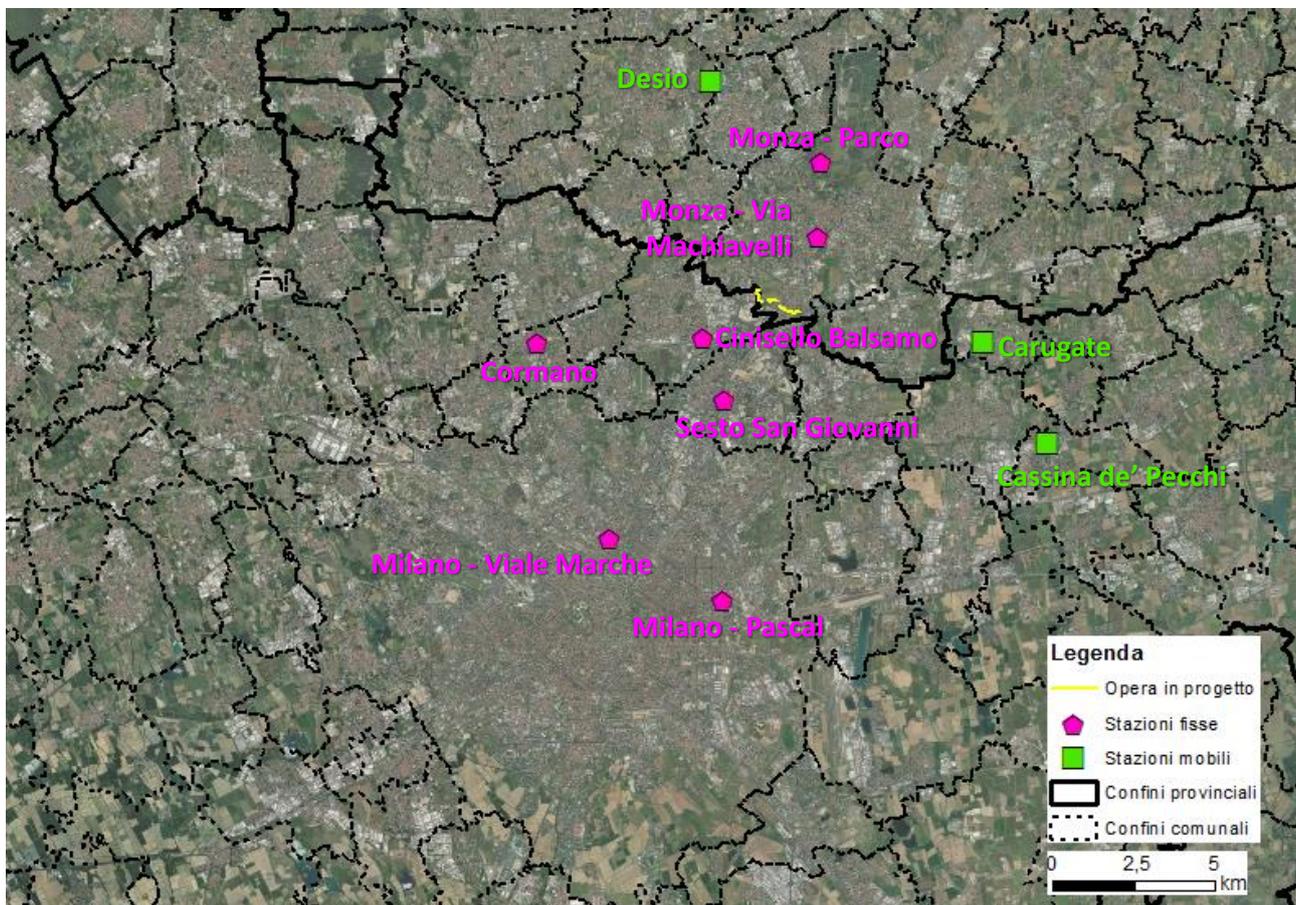


Tabella 3-7 - Anagrafica delle stazioni di qualità dell'aria localizzate in prossimità dell'area in esame

Stazioni di qualità dell'aria	Coordinate WGS84/UTM 32N		Tipologia	Inquinanti monitorati
	X (m)	Y (m)		
Cinisello Balsamo (MI)	517'697	5'044'137	Traffico urbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>
Sesto San Giovanni (MI)	518'354	5'042'188	Traffico urbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>2,5</sub> , CO
Monza Machiavelli (MB)	521'262	5'047'252	Fondo urbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>

Stazioni di qualità dell'aria	Coordinate WGS84/UTM 32N		Tipologia	Inquinanti monitorati
	X (m)	Y (m)		
Monza Parco (MB)	521'371	5'049'582	Fondo suburbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , O <sub>3</sub>
Cormano (MI)	512'612	5'043'982	Fondo urbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>
Milano - Viale Marche (MI)	514'837	5'037'907	Traffico urbana	NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Milano - Pascal (MI)	518'324	5'035'992	Fondo urbana	NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , SO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , O <sub>3</sub>

Nelle tabelle seguenti si riportano le completezze dei dati monitorati dalle stazioni di qualità dell'aria per il quinquennio 2018 - 2022. Ai sensi del Decreto Legislativo 155/2010, ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, è richiesta una completezza dei dati (rendimento strumentale) almeno pari al 90% per ogni analizzatore in continuo. Come emerge dalle tabelle successive, per il quinquennio considerato si registrano alcune criticità in merito alla completezza dei dati.

Tabella 3-8 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria nell'anno 2018

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Cinisello Balsamo	91%						
Sesto San Giovanni	99%		86%	88%			
Monza Machiavelli	93%	91%	90%	92%	43%		98%
Monza Parco	64%	78%					90%
Cormano	95%				99%		95%
Milano - Viale Marche	95%	98%		96%		84%	
Milano Pascal	94%	95%	93%		92%	96%	98%

Tabella 3-9 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria nell'anno 2019

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Cinisello Balsamo	81%						
Sesto San Giovanni	98%		87%	88%			
Monza Machiavelli	79%	95%	93%	95%	77%		98%
Monza Parco	67%	86%					95%
Cormano	100%				88%		91%
Milano - Viale Marche	95%	100%		95%		95%	
Milano Pascal	88%	93%	93%		98%	99%	97%

Tabella 3-10 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria nell'anno 2020

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Cinisello Balsamo	88%						
Sesto San Giovanni	97%		87%	86%			

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Monza Machiavelli	85%	92%	92%	96%	95%		96%
Monza Parco	95%	94%					92%
Cormano	97%				97%		82%
Milano - Viale Marche	96%	99%		100%		83%	
Milano Pascal	96%	96%	97%		98%	98%	99%

Tabella 3-11 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria nell'anno 2021

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Cinisello Balsamo	99%						
Sesto San Giovanni	99%		92%	100%			
Monza Machiavelli	87%	89%	87%	94%	94%		96%
Monza Parco	96%	92%					84%
Cormano	93%				86%		94%
Milano - Viale Marche	95%	97%		99%		89%	
Milano-Pascal	98%	94%	95%		100%	89%	99%

Tabella 3-12 - Completezza dei dati rilevati dalle stazioni di qualità dell'aria nell'anno 2022

Stazione	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>
Cinisello Balsamo	97%						
Sesto San Giovanni	99%		98%	99%			
Monza Machiavelli	99%	94%	91%	96%	97%		99%
Monza Parco	100%	95%					96%
Cormano	98%				90%		97%
Milano - Viale Marche	98%	97%		90%		96%	
Milano - Pascal	92%	92%	93%		99%	90%	99%

Il dato di completezza degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e dei metalli non è disponibile dai report di qualità dell'aria provinciali. Nei paragrafi seguenti si riporta l'analisi specifica per ciascun inquinante, derivante dai report di qualità dell'aria annuali provinciali redatti da ARPA; in rosso sono indicati i superamenti dei rispettivi limiti di legge.

### 3.3.1 OSSIDI DI AZOTO

Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>) sono rilevati dall'intera rete di monitoraggio considerata nel presente approfondimento specialistico. Le concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub>, riassunte in Tabella 3-13, non rispettano il limite normativo pari a 40 µg/m<sup>3</sup> nella maggior parte delle stazioni. Nel 2020 si sono registrati i valori inferiori in termini di biossido di azoto, anche in relazione alla particolare condizione di riduzione del traffico legata alla pandemia di COVID-19.

Per quanto riguarda il limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 3-14) imposto dalla normativa, non si riscontrano casi di superamento ad eccezione delle stazioni di Cinisello Balsamo, Cormano, Sesto San Giovanni e Milano - Viale Marche, comunque ben al di sotto rispetto ai 18 concessi dalla normativa.

Tabella 3-13 - Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Cinisello Balsamo	54	49 (*)	40 (*)	49	45	40 µg/m <sup>3</sup>
Sesto San Giovanni	43	42	38	42	40	
Monza Machiavelli	37	46 (*)	45 (*)	38(*)	36	
Monza Parco	45 (*)	38 (*)	31	27	25	
Cormano	41	45	35	37	38	
Milano - Viale Marche	59	57	48	44	44	
Milano - Pascal	38	37 (*)	30	34	35	

(\*) Completezza serie dati inferiore al 90%

Tabella 3-14 - Superamenti del limite orario di NO<sub>2</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Superamenti					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Cinisello Balsamo	0	1 (*)	1 (*)	0	0	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
Sesto San Giovanni	0	0	0	2	0	
Monza Machiavelli	0	0 (*)	0 (*)	0(*)	0	
Monza Parco	0 (*)	0 (*)	0	0	0	
Cormano	0	4	0	0	0	
Milano - Viale Marche	0	5	6	0	0	
Milano - Pascal	0	0 (*)	0	0	0	

(\*) Completezza serie dati inferiore al 90%

Durante il quinquennio considerato, nell'area in esame sono state svolte delle campagne mobili di monitoraggio di qualità dell'aria riassunte in Tabella 3-15. I risultati di tali campagne evidenziano la forte variabilità delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> tra periodo estivo e invernale con una media più alta in quest'ultimo, in particolare in corrispondenza della stazione mobile di Carugate nel 2018, con valori superiori al riferimento annuo. Il valore limite orario pari a 200 µg/m<sup>3</sup> invece non viene mai superato.

Tabella 3-15 Parametri riassuntivi delle misurazioni di NO<sub>2</sub> svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [µg/m <sup>3</sup> ]	Superamenti orari	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	97%	19	0	Massimo di media annua: 40 µg/m <sup>3</sup>
	22/12/2018 - 09/01/2019	100%	43	0	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	98%	15	0	Valore limite orario: 200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
	16/11/2022 - 19/12/2022		38		
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	100%	30,8	0	
	23/11/2018 - 26/12/2018	88%	79,3	0	

In termini di NO<sub>x</sub>, non è applicabile il limite relativo alle concentrazioni annuali, in quanto nessuna delle stazioni è idonea alla valutazione della protezione della vegetazione secondo le prescrizioni dell'allegato III, paragrafo 3, punto 2, del D.Lgs. 155/2010.

### 3.3.2 PARTICOLATO

#### 3.3.2.1 PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> della rete di monitoraggio in esame rispettano il limite normativo pari a 40 µg/m<sup>3</sup> per l'intero quinquennio considerato (Tabella 3-16).

Tabella 3-16 - Concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	33	29	32	28 <sup>(*)</sup>	33	40 µg/m <sup>3</sup>
Monza Parco	30 <sup>(*)</sup>	26 <sup>(*)</sup>	29	28	28	
Milano - Viale Marche	35	35	35	32	37	
Milano - Pascal	31	29	32	30	32	

(\*) Completezza serie dati inferiore al 90%

La situazione appare più critica analizzando il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> imposto dalla normativa, con i valori più elevati che si registrano nell'anno 2020.

Tabella 3-17 - Superamenti del limite giornaliero di PM<sub>10</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Superamenti					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	51	44	66	40 <sup>(*)</sup>	58	Valore limite giornaliero: 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
Monza Parco	30 <sup>(*)</sup>	32 <sup>(*)</sup>	63	46	41	
Milano - Viale Marche	79	72	79	58	78	
Milano - Pascal	52	50	65	52	52	

(\*) Completezza serie dati inferiore al 90%

Le concentrazioni monitorate durante le campagne mobili di monitoraggio realizzate nel quinquennio 2018-2022 nell'area in esame ed indicate in Tabella 3-18, mostrano valori più elevati nel periodo invernale, con medie del periodo superiori al limite annuo, registrando inoltre diversi superamenti giornalieri del limite normativo pari a 50 µg/m<sup>3</sup>.

Tabella 3-18 - Parametri riassuntivi delle misurazioni di PM<sub>10</sub> svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [µg/m <sup>3</sup> ]	Superamenti giornalieri	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	100%	19	0	Concentrazioni medie annue: 40 µg/m <sup>3</sup>  Limite giornaliero: 50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	22/12/2018 - 09/01/2019	95%	55	8	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	99%	23	0	
	16/11/2022 - 19/12/2022		34	5	
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	92%	15,8	0	
	23/11/2018 - 26/12/2018	97%	48,8	12	

### 3.3.2.2 PM<sub>2,5</sub>

Le concentrazioni medie annue di PM<sub>2,5</sub> registrate dalle tre stazioni che rilevano tale inquinante, riportate in Tabella 3-19, rispettano il limite di legge pari a 25 µg/m<sup>3</sup> dal 2018 al 2020.

Tabella 3-19 - Concentrazioni medie annue di PM<sub>2,5</sub> per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Sesto San Giovanni	22 (*)	21 (*)	22 (*)	19	19	25 µg/m <sup>3</sup>
Monza Machiavelli	24	20	22	18(*)	25	
Milano - Pascal	23	21	22	20	21	

(\*) Completezza serie dati inferiore al 90%

In riferimento alle campagne mobili di monitoraggio, anche per il PM<sub>2,5</sub> si evidenziano concentrazioni medie del periodo invernale superiori al limite annuo, in particolare nella stazione di Desio (Tabella 3-20).

Tabella 3-20 - Parametri riassuntivi delle misurazioni di PM<sub>2,5</sub> svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [µg/m <sup>3</sup> ]	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	100%	12	Concentrazione media annua: 25 µg/m <sup>3</sup>
	22/12/2018 - 09/01/2019	95%	47	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	99%	9	
	16/11/2022 - 19/12/2022		26	
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	86%	10,1	
	23/11/2018 - 26/12/2018	100%	35,7	

### 3.3.3 MONOSSIDO DI CARBONIO

Per il monossido di carbonio, la normativa impone il limite di 10 mg/m<sup>3</sup> sul massimo giornaliero della media mobile calcolata su 8 ore; tale statistica risulta ampiamente rispettata per l'intera rete di monitoraggio nel quinquennio considerato, come emerge in Tabella 3-21.

Tabella 3-21 - Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di CO per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Massimo giornaliero della media calcolata su 8 ore [mg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Sesto San Giovanni	2,6 (*)	2,3 (*)	2,6 (*)	2,4	2,0	10 mg/m <sup>3</sup>
Monza Machiavelli	2,2	2,5	2,3	1,8	2,1	
Milano - Viale Marche	2,8	3,4	3,2	3,5	3,2	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Dall'analisi delle concentrazioni di monossido di carbonio rilevate dalle stazioni mobili durante le campagne di monitoraggio svolte nel quinquennio 2018-2022 nei pressi dell'opera in progetto, non si evidenziano criticità, come si evince da Tabella 3-22.

Tabella 3-22- Parametri riassuntivi delle misurazioni di CO svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [mg/m <sup>3</sup> ]	Massima media su 8 ore [mg/m <sup>3</sup> ]	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	97%	0,6	0,8	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore: 10 mg/m <sup>3</sup>
	22/12/2018 - 09/01/2019	100%	1,2	2,8	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	96%	0,5	1,6	
	16/11/2022 - 19/12/2022		0,9		
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	100%	0,4	0,8	
	23/11/2018 - 26/12/2018	100%	1,2	2,2	

### 3.3.4 BIOSSIDO DI ZOLFO

Come emerge dalle tabelle seguenti, non si riscontrano criticità in termini di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) in alcuna stazione: le concentrazioni medie annue si attestano decisamente al di sotto del limite di legge e non si registrano superamenti né del limite giornaliero, né del limite orario per l'intero quinquennio in esame.

Tabella 3-23 - Media annuale di SO<sub>2</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	3,1 (*)	3,4 (*)	3,5	3,8	3,4	20 µg/m <sup>3</sup>
Cormano	4	3 (*)	3,4	3,1(*)	3,5	
Milano - Pascal	4	2	3,8	2,6	2,3	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Tabella 3-24 - Superamenti del limite giornaliero di SO<sub>2</sub> per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Superamenti					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	0 (*)	0 (*)	0	0	0	Valore limite giornaliero: 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile
Cormano	0	0 (*)	0	0(*)	0	
Milano - Pascal	0	0	0	0	0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Tabella 3-25 - Superamenti del limite orario di SO<sub>2</sub> per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Superamenti					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	0 (*)	0 (*)	0	0	0	Valore limite orario: 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile
Cormano	0	0 (*)	0	0(*)	0	
Milano - Pascal	0	0	0	0	0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

### 3.3.5 BENZENE

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è monitorato dalle due stazioni localizzate nel comune di Milano. Le concentrazioni medie annuali rispettano il limite di legge per l'intero quinquennio in esame.

Tabella 3-26 - Media annuale di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Media annua [µg/m <sup>3</sup> ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Milano - Viale Marche	1,9 (*)	2,0	1,1 (*)	1,5(*)	1,6	5 µg/m <sup>3</sup>
Milano - Pascal	1,5	1,5	1,3	1,2(*)	1,8	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Le concentrazioni misurate durante le campagne mobili di monitoraggio di qualità dell'aria in prossimità dell'area in esame, riassunte in Tabella 3-27, evidenziano valori medi sempre al di sotto del valore limite di 5 µg/m<sup>3</sup>.

Tabella 3-27 - Parametri riassuntivi delle misurazioni di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	60%	0,4	Media annuale: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	22/12/2018 - 09/01/2019	100%	2,9	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	98%	0,3	
	16/11/2022 - 19/12/2022		1,9	
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	79%	0,4	
	23/11/2018 - 26/12/2018	100%	2,2	

### 3.3.6 OZONO

Per quanto riguarda l'ozono (O<sub>3</sub>), l'area considerata presenta delle criticità diffuse sul territorio padano, infatti il numero di superamenti giornalieri della concentrazione massima calcolate come medie mobili su 8 ore supera di almeno 2 volte il limite di legge, come si evince da Tabella 3-28.

Tabella 3-28 - Numero di superamenti giornalieri della concentrazione massima calcolate come medie mobili su 8 ore di O<sub>3</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Numero di superamenti giornalieri della massima calcolata come media su 8 ore [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	90	91	74	56	73	Valore limite giornaliero: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte come media sul triennio
Monza Parco	75	46	61	80 <sup>(*)</sup>	106	
Cormano	70	52	54 <sup>(*)</sup>	48	68	
Milano - Pascal	61	48	46	37	43	

<sup>(\*)</sup> Completezza serie dati inferiore al 90%

Tabella 3-29 - Numero di superamenti giornalieri della concentrazione massima calcolate come medie mobili su 8 ore di O<sub>3</sub> come media del triennio

Stazione	Numero di superamenti giornalieri della massima calcolata come media su 8 ore [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]			Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018-2020	2019-2021	2020-2022	
Monza Machiavelli	85	74	68	Valore limite giornaliero: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte come media sul triennio
Monza Parco	61	62	82	
Cormano	59	51	57	
Milano - Pascal	52	44	42	

<sup>(\*)</sup> Completezza serie dati inferiore al 90%

Nelle tabelle seguenti si riporta il numero di superamenti giornalieri rispettivamente della soglia di allarme (240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e di informazione (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per il quinquennio 2018 - 2022. Come si evince dalle tabelle, gli unici superamenti della soglia di allarme di ozono si sono verificati nell'anno 2019 in corrispondenza delle stazioni di Cormano e Monza Machiavelli. Per quanto riguarda invece la soglia di informazione, si riscontrano dei superamenti in tutte le stazioni, in particolare nella stazione di Monza Machiavelli e Monza Parco.

Tabella 3-30 - Numero di superamenti giornalieri della soglia di allarme di O<sub>3</sub> per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Superamenti giornalieri					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	0	2	0	0	0	240 µg/m <sup>3</sup>
Monza Parco	0	0	0	0 <sup>(*)</sup>	0	
Cormano	0	1	0 <sup>(*)</sup>	0	0	
Milano - Pascal	0	0	0	0	0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Tabella 3-31 - Numero di superamenti giornalieri della soglia di informazione di O<sub>3</sub> per il periodo 2018 – 2022

Stazione	Superamenti giornalieri					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Monza Machiavelli	17	17	7	5	6	180 µg/m <sup>3</sup>
Monza Parco	12	4	5	10 <sup>(*)</sup>	18	
Cormano	3	10	2 <sup>(*)</sup>	6	4	
Milano - Pascal	2	7	0	1	0	
(*) Completezza serie dati inferiore al 90%						

Durante il quinquennio 2018-2022 nell'area di studio sono state svolte delle campagne mobili di monitoraggio di qualità dell'aria riassunte in Tabella 3-32, con valori più elevati nei periodi estivi. Come per le stazioni fisse, le campagne di monitoraggio svolte a Desio e Cassina de' Pecchi evidenziano un numero di superamenti del valore obiettivo di ozono superiore a 25 giorni a Cassina de' Pecchi, nonostante il limitato intervallo temporale misurato. In tali stazioni mobili sono stati registrati 6 superamenti della soglia di informazione, mentre non sono stati rilevati superamenti della soglia di allarme.

Tabella 3-32 - Parametri riassuntivi delle misurazioni di O<sub>3</sub> svolte da campagne mobili

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [µg/m <sup>3</sup> ]	Sup. gior. valore obiettivo	Sup. gior. soglia allarme	Sup. gior. soglia informazione	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
Desio	10/08/2018 - 12/09/2018	79%	84	20	0	6	Valore limite giornaliero: 120 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 25 volte come media sul triennio
	22/12/2018 - 09/01/2019	100%	8	8	0	0	
Cassina de' Pecchi	05/07/2022 - 10/08/2022	99%	107	35	0	6	Concentrazione e giornaliera della soglia di allarme: 240 µg/m <sup>3</sup>
	16/11/2022 - 19/12/2022		6	0	0	0	
Carugate	03/08/2018 - 06/09/2018	100%	71	10	0	0	

Stazione	Periodo di monitoraggio	Rendimento	Media [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Sup. gior. valore obiettivo	Sup. gior. soglia allarme	Sup. gior. soglia informazione	Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	23/11/2018 - 26/12/2018	60%	7,7	0	0	0	Concentrazione giornaliera della soglia di informazione: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3.3.7 IPA E METALLI

In corrispondenza della stazione di monitoraggio di Milano - Pascal sono monitorati anche gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e i metalli. Per quanto riguarda gli IPA, in Tabella 3-33 si riportano le concentrazioni medie annue del quinquennio 2018 - 2022 in termini di benzo(a)pirene, B(a)P, unico componente normato dalla legge. In Tabella 3-34 sono indicate le concentrazioni dei metalli rilevate nel quinquennio considerato in termini di piombo, arsenico, cadmio e nichel. Come si evince dalle tabelle, le concentrazioni registrate di B(a)P e dei metalli rispettano i relativi limiti di legge per l'intero periodo in esame.

Tabella 3-33 - Media annuale di B(a)P per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Media annua [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Milano - Pascal	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	$1 \text{ ng}/\text{m}^3$

Tabella 3-34 - Concentrazioni medie annue monitorate nella stazione di Milano - Pascal per il periodo 2018 - 2022

Stazione	Media annua [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]					Valore limite (D.Lgs. 155/2010)
	2018	2019	2020	2021	2022	
Piombo	21	9	14	17	13	$500 \text{ ng}/\text{m}^3$
Arsenico	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$
Cadmio	0,3	< 0,2	0,4	0,3	0,3	$5 \text{ ng}/\text{m}^3$
Nichel	6,9	4,1	4,5	4,7	< 4,2	$20 \text{ ng}/\text{m}^3$

## 4 EFFETTI POTENZIALMENTE ATTESI

### 4.1 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI CANTIERE

#### 4.1.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni effettuate mediante il modello CALPUFF per la fase di cantiere.

Per un confronto con i limiti normativi di qualità dell'aria, le concentrazioni di NO<sub>2</sub> sono state stimate a partire dalle concentrazioni di NO<sub>x</sub> ottenute dal modello.

La capacità dell'atmosfera di trasformare gli NO<sub>x</sub> in NO<sub>2</sub> è limitata dalla disponibilità di ossidanti in atmosfera ed è soggetta ad un effetto di saturazione al crescere delle concentrazioni di ossidi di azoto, pertanto il rapporto tra NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> decresce all'aumentare delle concentrazioni di NO<sub>x</sub> (si veda ad esempio la sezione del sito dell'EPA che descrive questo rapporto: <https://www.epa.gov/scram/nitrogen-dioxidenitrogen-oxide-stack-ratio-isr-database>).

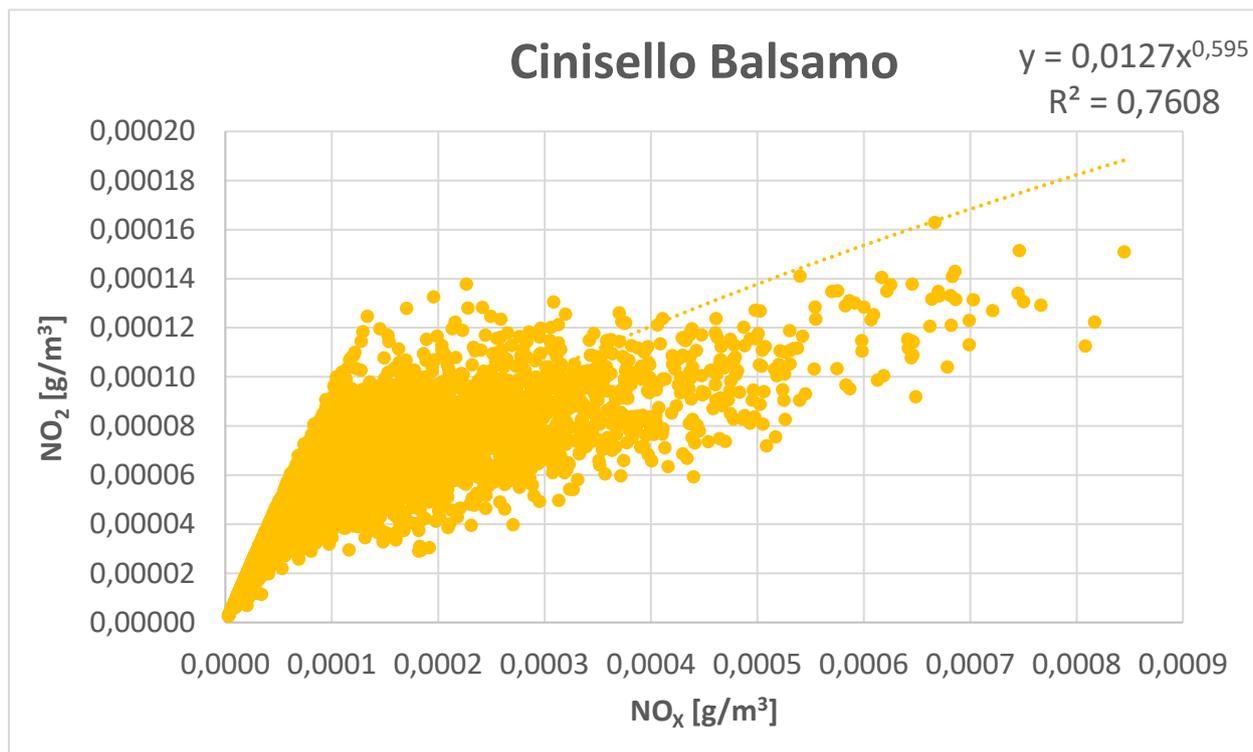
Le concentrazioni di NO<sub>x</sub> stimate dal modello CALPUFF sono state trasformate in concentrazioni di NO<sub>2</sub>, secondo la funzione di potenza di seguito riportata:

$$NO_2 = a * (NO_x)^b$$

dove a e b sono coefficienti determinati empiricamente attraverso la minimizzazione dell'errore rispetto alle misure sperimentali.

In Figura 4-1 è riportata la relazione esistente tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> stimata sulla base dei rilevamenti orari effettuati nell'anno 2021, anno utilizzato per le simulazioni, in corrispondenza della stazione di Cinisello Balsamo, stazione di qualità dell'aria più prossima all'area in esame (Figura 3-20).

Figura 4-1 - Relazione tra NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>, ricavata dalle misure orarie della stazione di Cinisello Balsamo, anno 2021



La curva descrive bene il legame tra i due inquinanti ( $R^2$  pari al 76%) ed inoltre tale approccio è cautelativo, in quanto per i valori più elevati di  $\text{NO}_x$ , ovvero quelli più critici, la stima della funzione è sempre più elevata dei dati di  $\text{NO}_2$  misurati.

I risultati delle simulazioni dello scenario di cantiere effettuata con il modello CALPUFF sono riassunti mediante mappe di isoconcentrazione, riportate nell'Appendice 1. Le figure riportate in allegato illustrano i risultati mediati sui periodi temporali previsti dal D.Lgs. 155/2010, al fine di verificare l'impatto dei diversi inquinanti rispetto ai limiti di qualità dell'aria vigenti (paragrafo 1.2). Per alcuni degli inquinanti considerati ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati prodotti rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione nell'intervallo temporale fissato. I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo.

La tabella seguente riporta le concentrazioni massime spaziali per la fase di cantiere considerando tutti i punti della griglia di calcolo esterni alle aree di cantiere: dalla tabella si evince che non si riscontrano superamenti dei limiti di legge, anche se le ipotesi adottate nel presente studio sono sempre state estremamente cautelative.

Tabella 4-1 - Ricadute massime spaziali sul dominio di simulazione

Scenario di cantiere	$\text{NO}_2$		$\text{PM}_{10}$		$\text{PM}_{2,5}$
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Limite di legge	40	200	40	50	25
Concentrazioni massime al di fuori delle aree di cantiere	7,0	49	2,4	4,5	1,3

Le ricadute in termini di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2,5}$  risultano essere molto contenute, mentre risultano più apprezzabili quelle di  $\text{NO}_2$  associate quindi al funzionamento dei motori diesel dei mezzi di cantiere, soprattutto in termini di percentile orario. Si ricorda che tali stime sono estremamente cautelative in quanto simulando per tutto l'anno le emissioni del mese peggiore, si sono utilizzate emissioni pari a più del doppio delle emissioni stimate sull'anno peggiore.

## 4.2 EFFETTI SPECIFICI ATTESI IN FASE DI ESERCIZIO

### 4.2.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni effettuate mediante il modello CALPUFF per gli scenari considerati.

Come descritto nel paragrafo 4.1.1, per un confronto con i limiti normativi di qualità dell'aria, le concentrazioni di  $\text{NO}_2$  sono state stimate a partire dalle concentrazioni di  $\text{NO}_x$  ottenute dal modello.

I risultati delle simulazioni degli scenari di traffico effettuate con il modello CALPUFF sono riassunti mediante mappe di isoconcentrazione, riportate nell'Appendice 1. Le figure riportate in allegato illustrano i risultati mediati sui periodi temporali previsti dal D.Lgs. 155/2010, al fine di verificare l'impatto dei diversi inquinanti rispetto ai limiti di qualità dell'aria vigenti (paragrafo 1.2). Per alcuni degli inquinanti considerati ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati prodotti rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione nell'intervallo temporale fissato. I valori annuali sono invece mediati sull'anno completo.

Sono di seguito riportate le concentrazioni massime spaziali (Tabella 4-2) e medie spaziali (Tabella 4-3) sull'intero dominio per i vari parametri statistici dei differenti inquinanti, ottenute nelle simulazioni modellistiche per i due scenari considerati (quello di progetto e quello di riferimento sempre al 2025, senza l'opera in esame).

Come si evince dalle tabelle seguenti, il potenziamento dell'interconnessione A4-A52 porta alla riduzione dei valori massimi spaziali di dominio dei vari parametri di tutti gli inquinanti presi in esame rispetto allo scenario di riferimento, compresa tra lo 0,4% (massima giornaliero della media mobile su 8 ore del CO) e l'8% (media annua di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Questo miglioramento è meno significativo nel caso delle medie spaziali di dominio che oscilla tra 0,005% (media annua di NO<sub>2</sub>) e l'1,3% (media annua di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Tabella 4-2 - Ricadute massime spaziali sul dominio di simulazione

Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Limite di legge	40	200	40	50	25	10'000	5
Scenario di riferimento	61,6	175	15,4	23,1	10,2	958	0,83
Scenario di progetto	60,2	168	14,7	22,0	9,8	954	0,76
Differenza percentuale [%]	-2%	-4%	-5%	-5%	-5%	-0,4%	-8%

Tabella 4-3 - Ricadute medie spaziali sul dominio di simulazione

Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Limite di legge	40	200	40	50	25	10'000	5
Scenario di riferimento	24,3	105	4,24	7,2	2,80	412	0,239
Scenario di progetto	24,3	104	4,23	7,1	2,79	407	0,236
Differenza percentuale [%]	-0,005%	-0,7%	-0,3%	-0,4%	-0,3%	-1,1%	-1,3%

Le concentrazioni massime di NO<sub>2</sub> superano ancora il limite sulla media annua in entrambi gli scenari (così come rilevato dalle stazioni di monitoraggio); la situazione dello scenario di progetto è in miglioramento rispetto allo scenario di riferimento (tra il 2 ed il 4% in meno). I superamenti si presentano in prossimità agli assi stradali più trafficati, e non in corrispondenza dei recettori sensibili (scuole, ospedali ...). Tutti i recettori sensibili rispettano i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente.

Nelle figure seguenti si riportano le mappe delle variazioni legate al progetto delle concentrazioni rispettivamente in termini di media annua dell'NO<sub>2</sub>, del 99,8° percentile orario dell'NO<sub>2</sub> e della media annua di PM<sub>10</sub>. Come si può osservare, l'aumento delle ricadute è circoscritto alle aree più limitate in cui è prevista la realizzazione dei nuovi archi stradali ed incidente in ambiti più rurali; al contrario, le aree di miglioramento delle concentrazioni sono più estese, incidenti su aree più densamente edificate e per il 99,8° percentile orario di NO<sub>2</sub> più ampie anche in termini quantitativi (con un incremento massimo delle concentrazioni pari a 6,8 µg/m<sup>3</sup>, a fronte di riduzioni che raggiungono i 12,6 µg/m<sup>3</sup>).

Figura 4-2 - Variazioni rispetto allo scenario di riferimento delle ricadute di NO<sub>2</sub> in termini di media annua, in verde i miglioramenti (riduzione delle concentrazioni) ed in arancione i peggioramenti

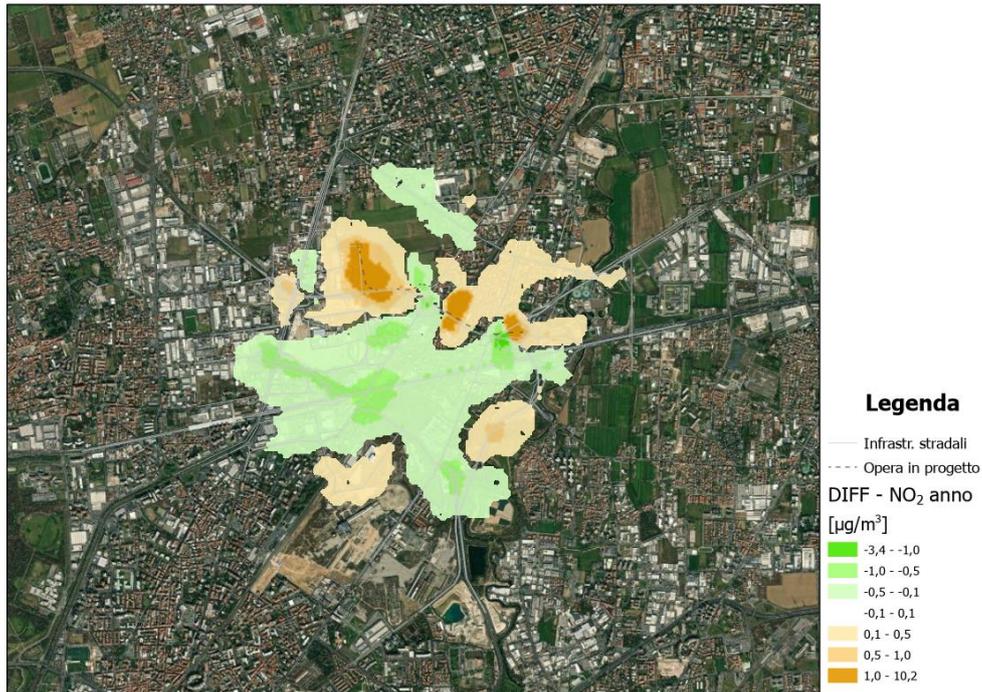


Figura 4-3 - Variazioni rispetto allo scenario di riferimento delle ricadute di NO<sub>2</sub> in termini di 99,8° percentile orario, in verde i miglioramenti (riduzione delle concentrazioni) ed in arancione i peggioramenti

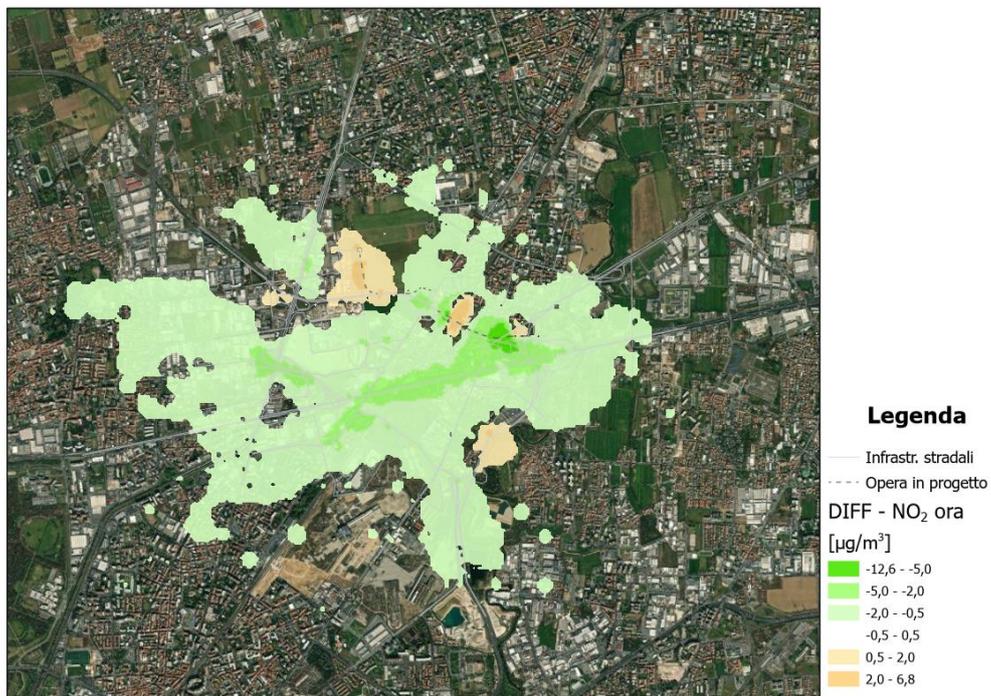
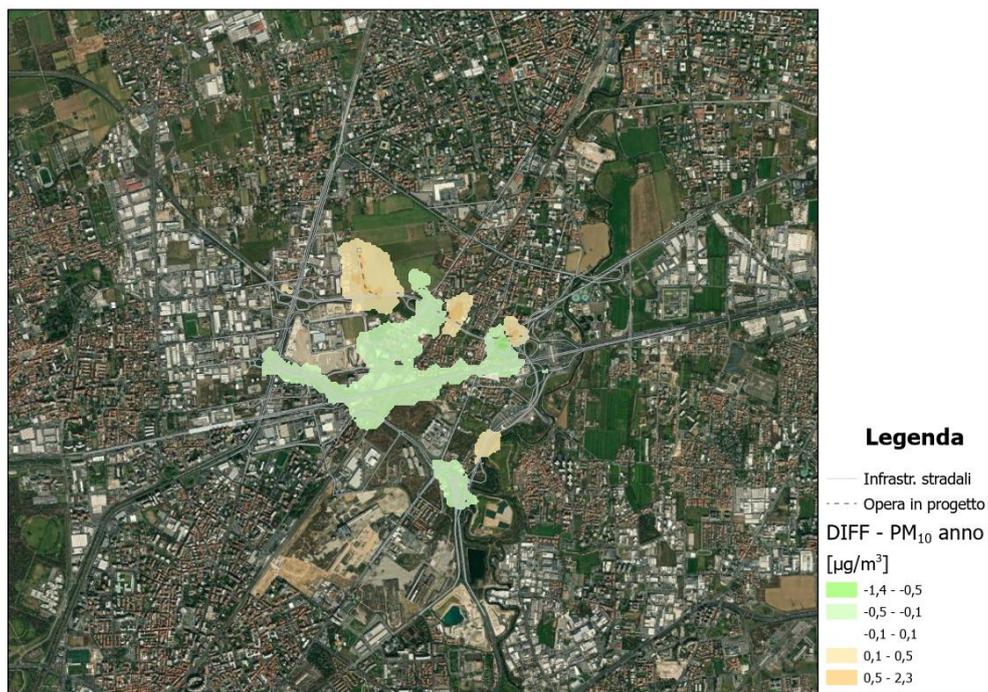


Figura 4-4 - Variazioni rispetto allo scenario di riferimento delle ricadute di PM<sub>10</sub> in termini di media annua, in verde i miglioramenti (riduzione delle concentrazioni) ed in arancione i peggioramenti



In Tabella 4-4 sono riportate le concentrazioni stimate dal modello per i due scenari considerati in corrispondenza dei recettori sensibili individuati all'interno del dominio in esame (con codici identificativi indicati

in Tabella 2-1). Come si evince dalla tabella, le concentrazioni di tutti i recettori rispettano i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente per tutti gli inquinanti.

Tabella 4-4 - Ricadute in corrispondenza dei recettori sensibili

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
Limite di legge		40	200	40	50	25	10'000	5
1	Scenario di riferimento	8,18	91,36	1,19	2,96	0,80	322,3	0,068
	Scenario di progetto	8,16	91,20	1,19	2,95	0,80	320,6	0,068
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,16	0,00	-0,01	0,00	-1,75	0,000
2	Scenario di riferimento	7,09	80,88	0,97	2,39	0,65	264,5	0,055
	Scenario di progetto	7,07	80,58	0,96	2,38	0,65	262,7	0,054
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,30	0,00	0,00	0,00	-1,74	0,000
3	Scenario di riferimento	5,11	65,30	0,62	1,58	0,42	162,1	0,035
	Scenario di progetto	5,10	65,04	0,62	1,57	0,41	160,7	0,034
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,25	0,00	0,00	0,00	-1,42	0,000
4	Scenario di riferimento	8,98	79,86	1,32	2,89	0,87	250,93	0,076
	Scenario di progetto	8,97	79,56	1,31	2,87	0,87	248,54	0,076
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,30	0,00	-0,02	0,00	-2,39	-0,001
5	Scenario di riferimento	4,08	54,80	0,46	1,17	0,31	103,80	0,025
	Scenario di progetto	4,07	54,48	0,45	1,17	0,31	102,76	0,025
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,31	0,00	0,00	0,00	-1,04	0,000
6	Scenario di riferimento	7,21	74,11	1,03	2,36	0,68	178,56	0,058
	Scenario di progetto	7,20	73,86	1,02	2,35	0,68	176,31	0,057
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,25	0,00	-0,01	0,00	-2,25	-0,001
7	Scenario di riferimento	9,01	79,66	1,33	2,94	0,88	243,95	0,076
	Scenario di progetto	9,00	79,28	1,33	2,93	0,88	241,90	0,076
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,39	0,00	-0,01	0,00	-2,05	-0,001
8	Scenario di riferimento	9,83	84,40	1,47	3,22	0,98	278,68	0,086
	Scenario di progetto	9,81	84,03	1,47	3,20	0,97	275,81	0,085
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,37	0,00	-0,01	0,00	-2,87	-0,001

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
9	Scenario di riferimento	12,85	98,57	1,99	4,31	1,33	388,43	0,119
	Scenario di progetto	12,83	98,43	1,98	4,29	1,33	384,66	0,118
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,14	-0,01	-0,02	0,00	-3,77	-0,001
10	Scenario di riferimento	10,25	87,42	1,38	2,96	0,93	258,86	0,078
	Scenario di progetto	10,23	87,00	1,37	2,94	0,92	256,18	0,077
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,42	-0,01	-0,02	0,00	-2,68	-0,001
11	Scenario di riferimento	7,13	75,14	0,91	2,17	0,61	206,59	0,051
	Scenario di progetto	7,12	74,81	0,91	2,17	0,61	204,61	0,051
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,33	0,00	0,00	0,00	-1,98	0,000
12	Scenario di riferimento	6,69	72,54	0,84	2,02	0,57	186,85	0,047
	Scenario di progetto	6,68	72,21	0,84	2,01	0,56	184,97	0,047
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,33	0,00	-0,01	0,00	-1,88	0,000
13	Scenario di riferimento	5,11	59,40	0,59	1,40	0,39	127,95	0,033
	Scenario di progetto	5,10	59,27	0,58	1,39	0,39	127,73	0,032
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,13	0,00	-0,01	0,00	-0,22	0,000
14	Scenario di riferimento	6,65	68,03	0,81	1,82	0,54	162,69	0,045
	Scenario di progetto	6,63	67,87	0,80	1,81	0,54	162,40	0,045
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,16	0,00	-0,01	0,00	-0,29	0,000
15	Scenario di riferimento	28,72	138,95	4,82	8,26	3,30	640,75	0,291
	Scenario di progetto	28,70	138,72	4,81	8,25	3,30	637,30	0,290
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,23	-0,01	-0,01	-0,01	-3,45	-0,001
16	Scenario di riferimento	6,89	69,25	0,84	1,83	0,56	169,57	0,047
	Scenario di progetto	6,87	68,92	0,83	1,82	0,56	169,22	0,046
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,33	0,00	-0,01	0,00	-0,35	0,000
17	Scenario di riferimento	3,84	65,20	0,52	1,35	0,34	131,48	0,029
	Scenario di progetto	3,84	65,24	0,52	1,35	0,34	130,47	0,029
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	-1,01	0,000

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
18	Scenario di riferimento	13,39	96,75	1,92	3,99	1,30	332,46	0,109
	Scenario di progetto	13,37	96,46	1,92	3,98	1,29	329,23	0,109
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,29	-0,01	-0,02	0,00	-3,23	-0,001
19	Scenario di riferimento	7,84	73,07	0,97	2,06	0,65	189,28	0,055
	Scenario di progetto	7,82	72,61	0,97	2,04	0,65	188,91	0,054
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,46	0,00	-0,02	0,00	-0,37	0,000
20	Scenario di riferimento	9,48	79,54	1,23	2,61	0,83	213,94	0,069
	Scenario di progetto	9,46	79,38	1,23	2,59	0,83	213,56	0,069
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,16	-0,01	-0,02	0,00	-0,38	-0,001
21	Scenario di riferimento	5,98	60,73	0,69	1,50	0,46	150,01	0,038
	Scenario di progetto	5,97	60,40	0,68	1,50	0,46	149,51	0,038
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,33	0,00	0,00	0,00	-0,50	0,000
22	Scenario di riferimento	11,45	87,02	1,56	3,22	1,05	243,43	0,088
	Scenario di progetto	11,43	86,42	1,55	3,20	1,05	243,05	0,087
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,59	-0,01	-0,02	0,00	-0,38	-0,001
23	Scenario di riferimento	10,47	83,24	1,39	2,89	0,94	232,00	0,078
	Scenario di progetto	10,45	82,83	1,39	2,86	0,93	231,60	0,078
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,41	-0,01	-0,03	0,00	-0,40	-0,001
24	Scenario di riferimento	3,95	65,45	0,54	1,38	0,35	133,71	0,030
	Scenario di progetto	3,94	65,49	0,54	1,38	0,35	132,77	0,030
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	-0,94	0,000
25	Scenario di riferimento	12,08	88,57	1,67	3,43	1,12	254,77	0,094
	Scenario di progetto	12,06	87,98	1,66	3,42	1,12	254,38	0,094
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,59	-0,01	-0,01	0,00	-0,39	-0,001
26	Scenario di riferimento	8,70	72,58	1,09	2,27	0,73	204,00	0,061
	Scenario di progetto	8,69	72,21	1,09	2,26	0,73	203,38	0,061
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,37	0,00	-0,02	0,00	-0,62	0,000

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
27	Scenario di riferimento	28,80	125,39	4,82	8,03	3,24	547,86	0,280
	Scenario di progetto	28,76	124,50	4,80	8,01	3,23	543,70	0,279
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,04	-0,89	-0,01	-0,02	-0,01	-4,16	-0,001
28	Scenario di riferimento	28,83	125,39	4,82	8,03	3,24	547,93	0,280
	Scenario di progetto	28,79	124,50	4,81	8,01	3,24	543,78	0,279
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,04	-0,89	-0,01	-0,02	-0,01	-4,15	-0,001
29	Scenario di riferimento	17,45	103,23	2,74	5,15	1,84	339,36	0,155
	Scenario di progetto	17,42	102,63	2,73	5,14	1,83	337,20	0,154
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,03	-0,60	-0,01	-0,01	-0,01	-2,16	-0,001
30	Scenario di riferimento	25,32	109,45	4,62	7,97	3,02	494,69	0,259
	Scenario di progetto	25,26	109,46	4,60	7,94	3,01	489,20	0,256
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,06	0,01	-0,02	-0,03	-0,01	-5,49	-0,003
31	Scenario di riferimento	17,10	89,41	2,61	4,79	1,74	295,91	0,147
	Scenario di progetto	17,07	89,13	2,60	4,77	1,73	293,28	0,146
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,03	-0,28	-0,01	-0,01	-0,01	-2,63	-0,001
32	Scenario di riferimento	18,51	91,58	2,89	5,29	1,93	315,91	0,162
	Scenario di progetto	18,48	91,09	2,88	5,28	1,92	312,98	0,161
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,03	-0,49	-0,01	-0,01	-0,01	-2,93	-0,001
33	Scenario di riferimento	8,32	86,32	1,25	2,77	0,82	212,25	0,069
	Scenario di progetto	8,32	85,98	1,25	2,76	0,82	210,71	0,068
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,35	0,00	-0,01	0,00	-1,54	-0,001
34	Scenario di riferimento	12,95	96,62	2,03	3,99	1,34	295,02	0,111
	Scenario di progetto	12,95	96,60	2,03	3,99	1,34	293,98	0,110
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	-1,04	-0,001
35	Scenario di riferimento	13,88	96,84	2,21	4,19	1,45	303,22	0,121
	Scenario di progetto	13,86	96,81	2,21	4,19	1,45	301,64	0,120
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,02	0,00	0,00	0,00	-1,58	-0,001

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
36	Scenario di riferimento	17,53	102,42	2,91	5,22	1,91	355,15	0,160
	Scenario di progetto	17,51	102,44	2,90	5,20	1,91	353,19	0,159
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	0,02	-0,01	-0,02	-0,01	-1,96	-0,001
37	Scenario di riferimento	9,14	66,95	1,16	2,31	0,77	163,15	0,064
	Scenario di progetto	9,12	66,69	1,16	2,30	0,77	161,80	0,063
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,26	-0,01	-0,01	0,00	-1,35	-0,001
38	Scenario di riferimento	26,18	111,12	4,21	6,75	2,77	415,44	0,216
	Scenario di progetto	26,17	110,86	4,20	6,74	2,77	413,99	0,215
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,01	-0,26	0,00	-0,01	0,00	-1,45	-0,001
39	Scenario di riferimento	5,99	72,76	0,83	1,98	0,55	192,85	0,045
	Scenario di progetto	5,99	72,71	0,83	1,98	0,55	192,05	0,044
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,80	0,000
40	Scenario di riferimento	8,98	78,02	1,26	2,78	0,83	223,00	0,071
	Scenario di progetto	8,97	78,02	1,26	2,78	0,83	221,95	0,071
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,05	-0,001
41	Scenario di riferimento	8,13	76,46	1,14	2,52	0,75	212,11	0,064
	Scenario di progetto	8,13	76,31	1,13	2,52	0,75	211,00	0,064
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,15	0,00	0,00	0,00	-1,11	0,000
42	Scenario di riferimento	22,27	108,64	3,66	6,60	2,41	398,00	0,210
	Scenario di progetto	22,41	108,12	3,67	6,59	2,42	391,81	0,206
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,14	-0,52	0,01	0,00	0,01	-6,19	-0,004
43	Scenario di riferimento	36,64	133,99	6,88	10,45	4,55	581,11	0,418
	Scenario di progetto	36,34	130,68	6,78	10,28	4,48	560,07	0,409
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,30	-3,31	-0,10	-0,17	-0,07	-21,04	-0,008
44	Scenario di riferimento	27,40	97,26	4,25	7,29	2,84	401,13	0,259
	Scenario di progetto	27,50	96,52	4,26	7,24	2,84	395,55	0,260
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,10	-0,73	0,00	-0,05	0,00	-5,58	0,001

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
45	Scenario di riferimento	5,95	70,71	0,81	2,04	0,53	181,58	0,046
	Scenario di progetto	5,95	70,60	0,81	2,04	0,53	180,36	0,046
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,11	0,00	0,00	0,00	-1,22	0,000
46	Scenario di riferimento	8,33	79,90	1,19	2,66	0,78	228,25	0,070
	Scenario di progetto	8,33	79,73	1,19	2,66	0,78	227,78	0,070
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,17	0,00	0,00	0,00	-0,47	0,000
47	Scenario di riferimento	23,75	108,87	3,88	6,70	2,55	395,57	0,226
	Scenario di progetto	24,00	108,93	3,91	6,75	2,57	393,49	0,228
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,25	0,06	0,03	0,05	0,02	-2,08	0,001
48	Scenario di riferimento	17,35	92,87	2,74	5,52	1,82	369,48	0,158
	Scenario di progetto	17,33	92,95	2,73	5,53	1,82	367,64	0,157
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	0,09	0,00	0,01	0,00	-1,84	0,000
49	Scenario di riferimento	16,66	94,09	2,63	5,58	1,75	374,96	0,151
	Scenario di progetto	16,64	94,15	2,63	5,57	1,75	372,85	0,150
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	-2,11	-0,001
50	Scenario di riferimento	4,57	64,50	0,60	1,56	0,39	151,29	0,034
	Scenario di progetto	4,57	64,29	0,60	1,56	0,39	150,73	0,034
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,21	0,00	0,00	0,00	-0,56	0,000
51	Scenario di riferimento	4,56	64,43	0,60	1,57	0,39	152,80	0,034
	Scenario di progetto	4,56	64,30	0,60	1,57	0,39	152,20	0,034
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,00	-0,60	0,000
52	Scenario di riferimento	4,22	62,02	0,55	1,44	0,36	140,87	0,031
	Scenario di progetto	4,22	61,90	0,54	1,44	0,36	140,34	0,031
	<i>Differenza perc. [%]</i>	0,00	-0,12	0,00	0,00	0,00	-0,53	0,000
53	Scenario di riferimento	13,87	85,43	2,07	4,42	1,38	317,00	0,117
	Scenario di progetto	13,85	85,34	2,07	4,42	1,37	314,00	0,117
	<i>Differenza perc. [%]</i>	-0,02	-0,09	0,00	0,00	0,00	-3,00	-0,001

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
54	Scenario di riferimento	8,94	83,37	1,31	3,03	0,86	272,93	0,076
	Scenario di progetto	8,94	83,02	1,31	3,02	0,86	269,73	0,076
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,34</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>-3,20</i>	<i>-0,001</i>
55	Scenario di riferimento	13,90	94,04	2,10	4,23	1,38	337,71	0,122
	Scenario di progetto	13,91	93,60	2,10	4,21	1,38	333,11	0,121
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,44</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>-4,60</i>	<i>-0,001</i>
56	Scenario di riferimento	9,00	83,77	1,32	3,06	0,87	274,39	0,077
	Scenario di progetto	9,00	83,43	1,32	3,06	0,86	271,14	0,076
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,34</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>-3,25</i>	<i>-0,001</i>
57	Scenario di riferimento	9,04	70,96	1,21	2,90	0,81	205,17	0,068
	Scenario di progetto	9,03	70,63	1,21	2,88	0,80	203,60	0,067
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,33</i>	<i>-0,01</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,57</i>	<i>-0,001</i>
58	Scenario di riferimento	8,46	68,66	1,12	2,71	0,74	193,64	0,063
	Scenario di progetto	8,44	68,47	1,11	2,69	0,74	192,08	0,062
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,18</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,56</i>	<i>-0,001</i>
59	Scenario di riferimento	7,05	61,89	0,88	2,19	0,59	162,06	0,049
	Scenario di progetto	7,03	61,61	0,88	2,18	0,58	160,62	0,049
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,28</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,44</i>	<i>-0,001</i>
60	Scenario di riferimento	5,36	73,59	0,75	2,09	0,50	197,78	0,043
	Scenario di progetto	5,36	73,41	0,75	2,09	0,50	195,77	0,043
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,18</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>-2,01</i>	<i>0,000</i>
61	Scenario di riferimento	3,24	53,23	0,40	1,10	0,26	106,00	0,023
	Scenario di progetto	3,24	53,18	0,39	1,10	0,26	105,11	0,023
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,89</i>	<i>0,000</i>
62	Scenario di riferimento	5,06	71,22	0,71	2,01	0,47	191,38	0,041
	Scenario di progetto	5,06	71,13	0,71	2,02	0,47	189,58	0,040
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,08</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,80</i>	<i>0,000</i>

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
63	Scenario di riferimento	2,83	49,06	0,33	0,97	0,22	89,35	0,019
	Scenario di progetto	2,83	48,99	0,33	0,96	0,22	88,31	0,019
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,07</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,05</i>	<i>0,000</i>
64	Scenario di riferimento	28,18	129,86	5,10	9,35	3,37	498,67	0,283
	Scenario di progetto	30,14	135,06	5,50	10,21	3,65	512,58	0,286
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>1,96</i>	<i>5,20</i>	<i>0,40</i>	<i>0,86</i>	<i>0,27</i>	<i>13,91</i>	<i>0,003</i>
65	Scenario di riferimento	26,07	110,59	4,45	7,56	2,94	388,86	0,251
	Scenario di progetto	26,45	111,74	4,51	7,67	2,98	385,88	0,247
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,38</i>	<i>1,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,11</i>	<i>0,04</i>	<i>-2,98</i>	<i>-0,004</i>
66	Scenario di riferimento	21,77	103,73	3,49	6,05	2,30	373,76	0,189
	Scenario di progetto	23,68	106,05	3,90	6,38	2,56	386,17	0,210
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>1,92</i>	<i>2,32</i>	<i>0,41</i>	<i>0,33</i>	<i>0,26</i>	<i>12,41</i>	<i>0,022</i>
67	Scenario di riferimento	20,23	99,20	3,15	5,36	2,08	348,03	0,170
	Scenario di progetto	21,05	100,51	3,32	5,64	2,18	351,51	0,178
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,81</i>	<i>1,31</i>	<i>0,17</i>	<i>0,28</i>	<i>0,10</i>	<i>3,48</i>	<i>0,008</i>
68	Scenario di riferimento	15,86	87,87	2,28	4,12	1,50	275,32	0,126
	Scenario di progetto	15,84	88,26	2,28	4,10	1,50	276,26	0,124
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,40</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,94</i>	<i>-0,001</i>
69	Scenario di riferimento	16,74	89,89	2,46	4,30	1,61	293,56	0,140
	Scenario di progetto	16,65	89,51	2,45	4,28	1,60	296,57	0,139
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,09</i>	<i>-0,38</i>	<i>-0,01</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,01</i>	<i>3,01</i>	<i>-0,001</i>
70	Scenario di riferimento	24,33	106,72	3,98	6,87	2,59	465,97	0,261
	Scenario di progetto	24,40	105,61	4,00	6,89	2,61	463,64	0,262
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,07</i>	<i>-1,11</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>-2,33</i>	<i>0,002</i>
71	Scenario di riferimento	21,05	97,19	3,26	5,71	2,13	381,59	0,198
	Scenario di progetto	21,32	97,16	3,30	5,75	2,15	376,45	0,198
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,27</i>	<i>-0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>	<i>0,02</i>	<i>-5,14</i>	<i>0,000</i>

Id recettore	Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
		Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
		µg/m <sup>3</sup>						
72	Scenario di riferimento	18,43	94,69	2,78	4,92	1,84	323,82	0,150
	Scenario di progetto	18,57	95,59	2,83	4,94	1,86	328,07	0,151
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,14</i>	<i>0,90</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>4,25</i>	<i>0,001</i>
73	Scenario di riferimento	18,02	93,75	2,70	4,81	1,78	315,12	0,145
	Scenario di progetto	18,09	93,78	2,72	4,84	1,79	317,54	0,145
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>2,42</i>	<i>0,000</i>
74	Scenario di riferimento	16,49	88,88	2,39	4,31	1,57	284,64	0,130
	Scenario di progetto	16,49	89,01	2,38	4,29	1,57	285,27	0,129
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,01</i>	<i>0,13</i>	<i>0,00</i>	<i>-0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,63</i>	<i>-0,001</i>
75	Scenario di riferimento	18,40	92,24	2,75	4,81	1,80	329,17	0,157
	Scenario di progetto	18,19	91,76	2,72	4,77	1,78	325,45	0,154
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,21</i>	<i>-0,48</i>	<i>-0,03</i>	<i>-0,04</i>	<i>-0,02</i>	<i>-3,73</i>	<i>-0,002</i>
76	Scenario di riferimento	19,07	98,14	2,98	5,17	1,95	377,02	0,178
	Scenario di progetto	19,11	97,90	2,99	5,19	1,96	375,33	0,178
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,04</i>	<i>-0,24</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>-1,69</i>	<i>-0,001</i>
77	Scenario di riferimento	32,66	139,72	6,33	11,09	4,17	647,67	0,342
	Scenario di progetto	32,84	135,75	6,27	10,79	4,14	604,83	0,321
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,18</i>	<i>-3,97</i>	<i>-0,06</i>	<i>-0,29</i>	<i>-0,04</i>	<i>-42,84</i>	<i>-0,020</i>
78	Scenario di riferimento	26,48	117,23	4,55	7,26	3,00	381,02	0,258
	Scenario di progetto	26,56	114,54	4,53	7,23	3,00	374,05	0,252
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,09</i>	<i>-2,69</i>	<i>-0,01</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,01</i>	<i>-6,97</i>	<i>-0,006</i>
79	Scenario di riferimento	28,94	116,87	5,09	8,70	3,37	416,69	0,282
	Scenario di progetto	29,76	119,84	5,23	9,13	3,46	413,63	0,277
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>0,82</i>	<i>2,97</i>	<i>0,14</i>	<i>0,44</i>	<i>0,10</i>	<i>-3,06</i>	<i>-0,004</i>
80	Scenario di riferimento	26,23	136,71	4,64	7,93	3,15	698,05	0,286
	Scenario di progetto	26,21	136,59	4,63	7,91	3,14	693,88	0,285
	<i>Differenza perc. [%]</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,12</i>	<i>-0,01</i>	<i>-0,02</i>	<i>-0,01</i>	<i>-4,17</i>	<i>-0,001</i>

Confrontando le concentrazioni rilevate dalla rete di monitoraggio ARPA localizzata in prossimità dell'area di interesse (par. 3.3), si può osservare come risultino in linea con le ricadute ottenute dal modello in termini di NO<sub>2</sub>, in quanto inquinante prodotto prevalentemente dal traffico veicolare (pari circa al 69% sui totali comunali - si veda Tabella 3-3). Viceversa per le polveri le concentrazioni stimate sono decisamente inferiori a quelle monitorate per via dell'importante contributo del particolato secondario. Per il PM<sub>10</sub>, in aggiunta alle concentrazioni legate alle emissioni da traffico simulate dal modello, è stato pertanto considerato il fondo regionale stimato attraverso le concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> rilevate nell'ultimo quinquennio dalla stazione di Monza Parco, stazione di fondo suburbana più prossima al sito. In Tabella 3-16 sono riportate le concentrazioni di PM<sub>10</sub> della stazione sopracitata che risulta caratterizzata da una concentrazione media annua del quinquennio 2018 - 2022 pari a 28,2 µg/m<sup>3</sup>. Sommando tale valore di fondo alle concentrazioni massime riscontrate in corrispondenza dei recettori sensibili negli scenari di riferimento e di progetto, rispettivamente pari a 6,9 µg/m<sup>3</sup> e 6,8 µg/m<sup>3</sup>, si ottengono concentrazioni al di sotto del limite di legge pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Si evidenzia inoltre che i risultati sono stati ottenuti adottando ipotesi cautelative e conservative, quali:

- non è stata considerata né la deposizione secca né la deposizione umida degli inquinanti;
- sono stati adottati i fattori emissivi calcolati a partire dal parco veicolare relativo al 2022, e non del parco a progetto ultimato, ovvero del 2025 che, grazie alla penetrazione in corso dei veicoli elettrici ed ibridi, sarà caratterizzato da fattori di emissione più ridotti;
- sui tratti autostradali non sono stati considerati i divieti di circolazione per i mezzi pesanti per i giorni festivi.

Si riporta di seguito un approfondimento in termini di ricadute stimate dal modello di dispersione per i due scenari considerati in corrispondenza di determinati recettori sensibili (Figura 4-5). Nonostante tutti i recettori rispettino i limiti normativi, sono stati esaminati nel dettaglio i recettori sensibili caratterizzati da concentrazioni nello scenario di progetto entro il 10% dal rispettivo limite di legge o da un incremento della concentrazione tra i due scenari almeno pari a 1 µg/m<sup>3</sup>.

L'anagrafica dei 9 recettori sensibili identificati è indicata in Tabella 4-5, con localizzazione del sito rispetto all'opera in progetto e fotografie annesse. Tali recettori si trovano in prossimità dell'opera in progetto, ad eccezione dell'insediamento residenziale di Monza (id 69), localizzata a circa 800 m dalla stessa. Il dettaglio delle concentrazioni di tali recettori nei due scenari considerati e relativa differenza è riportato in Tabella 4-4. Il recettore che presenta nello scenario di progetto un incremento maggiore in termini di concentrazioni (seppur limitato e comunque ben al di sotto dei limiti di legge) è il centro sportivo San Rocco di Monza (id 64) nei pressi del tratto scoperto in trincea della nuova infrastruttura, ramificazione dell'A52 poco prima del sottopasso per l'intersezione con la ferrovia. Altri recettori che registrano un peggioramento non trascurabile sono i recettori id 67 (residenza in Via Dante di Nanni, Cinisello Balsamo), id 79 (abitazione in Via Donatori di Sangue) e id 66 (residenza in Via Edison, Cinisello Balsamo).

Figura 4-5 - Localizzazione dei recettori sensibili approfonditi

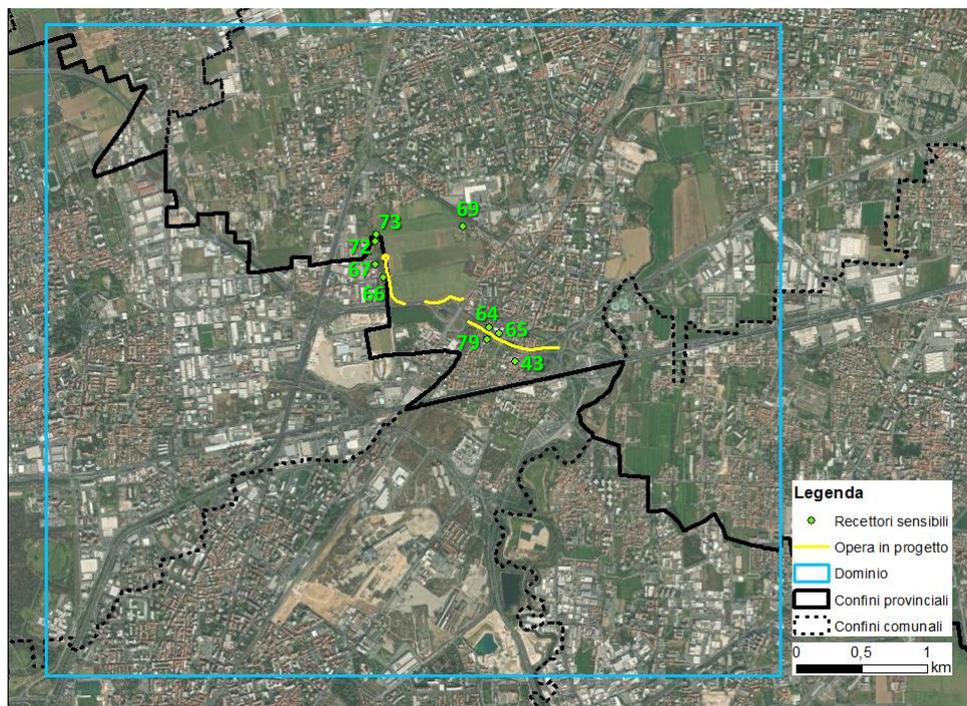


Tabella 4-5 – Anagrafica e descrizione dell'impatto dei recettori sensibili approfonditi ed eventuali mitigazioni suggerite

Recettore 43							
Scuola primaria e dell'infanzia Via S. Alessandro, Monza							
							
Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
µg/m <sup>3</sup>							
Scenario di riferimento	36,64	133,99	6,88	10,45	4,55	581,11	0,418
Scenario di progetto	36,34	130,68	6,78	10,28	4,48	560,07	0,409
<i>Differenza</i>	<i>-0,30</i>	<i>-3,31</i>	<i>-0,10</i>	<i>-0,17</i>	<i>-0,07</i>	<i>-21,04</i>	<i>-0,008</i>

*Le concentrazioni stimate risultano al di sotto dei limiti di legge e in miglioramento nello scenario di progetto. Inoltre il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, ovvero la realizzazione di un'area verde in prossimità di via Gentili caratterizzata da alberi, arbusti e prato fiorito.*

### Recettore 64

Centro sportivo San Rocco  
 Via Paisiello, 55, Monza



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	28,18	129,86	5,10	9,35	3,37	498,67	0,283
Scenario di progetto	30,14	135,06	5,50	10,21	3,65	512,58	0,286
Differenza	1,96	5,20	0,40	0,86	0,27	13,91	0,003

*Dato l'incremento delle concentrazioni nello scenario di progetto, che comunque risultano al di sotto dei limiti di legge, si prevede in fase esecutiva l'impiego di vernici al biossido di titanio sui pannelli fonoassorbenti da posizionare in corrispondenza del tratto in trincea, al fine di massimizzare gli assorbimenti per limitare le concentrazioni degli inquinanti in atmosfera ed i livelli sonori. Si consideri inoltre che il sedime stradale in trincea costituisce di per sé una barriera artificiale. Inoltre il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, ovvero la realizzazione di un'area verde in prossimità di via Gentili.*

### Recettore 65

Scuola secondaria di I grado Sandro Pertini  
Via Gentili, Monza



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	26,07	110,59	4,45	7,56	2,94	388,86	0,251
Scenario di progetto	26,45	111,74	4,51	7,67	2,98	385,88	0,247
<i>Differenza</i>	<i>0,38</i>	<i>1,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,11</i>	<i>0,04</i>	<i>-2,98</i>	<i>-0,004</i>

*Le concentrazioni stimate risultano ben al di sotto dei limiti normativi, seppur in leggero aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà degli interventi predisposti per il Centro sportivo San Rocco (id 64).*

### Recettore 66

Residenza  
Via Edison – Casignolo, Cinisello Balsamo



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	21,77	103,73	3,49	6,05	2,30	373,76	0,189
Scenario di progetto	23,68	106,05	3,90	6,38	2,56	386,17	0,210
Differenza	1,92	2,32	0,41	0,33	0,26	12,41	0,022

*Le concentrazioni stimate risultano ben al di sotto dei limiti normativi, seppur in leggero aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, ovvero la realizzazione di un'area verde in prossimità di via Edison caratterizzata da alberi, arbusti e prato fiorito.*

#### Recettore 67

Residenziale  
Via Dante di Nanni, Cinisello Balsamo



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	20,23	99,20	3,15	5,36	2,08	348,03	0,170
Scenario di progetto	21,05	100,51	3,32	5,64	2,18	351,51	0,178
Differenza	0,81	1,31	0,17	0,28	0,10	3,48	0,008

*Le concentrazioni stimate risultano ben al di sotto dei limiti normativi, seppur in lieve aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, come il recettore id 66.*

### Recettore 69

Insedimento residenziale  
 Via Trasimeno (angolo Viale Campania), Monza



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	16,74	89,89	2,46	4,30	1,61	293,56	0,140
Scenario di progetto	16,65	89,51	2,45	4,28	1,60	296,57	0,139
Differenza	-0,09	-0,38	-0,01	-0,02	-0,01	3,01	-0,001

*Le concentrazioni stimate risultano molto al di sotto dei limiti normativi ed in miglioramento rispetto allo scenario di riferimento, ad eccezione del CO a cui corrisponde un lieve aumento delle concentrazioni, inferiore allo 0,1% del limite di legge.*

### Recettore 72

Abitazione  
 Via Finale, Cinisello Balsamo



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	18,43	94,69	2,78	4,92	1,84	323,82	0,150
Scenario di progetto	18,57	95,59	2,83	4,94	1,86	328,07	0,151
<i>Differenza</i>	<i>0,14</i>	<i>0,90</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>4,25</i>	<i>0,001</i>

*Le concentrazioni stimate risultano ben al di sotto dei limiti normativi, seppur in lieve aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, come il recettore id 66.*

### Recettore 73

Abitazione  
Via Lago Trasimeno, 80, Monza



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	18,02	93,75	2,70	4,81	1,78	315,12	0,145
Scenario di progetto	18,09	93,78	2,72	4,84	1,79	317,54	0,145
<i>Differenza</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>2,42</i>	<i>0,000</i>

*Le concentrazioni stimate risultano ben al di sotto dei limiti normativi, seppur in lieve aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà dell'effetto di abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti derivante dall'introduzione di specifiche misure di mitigazione integrate nel progetto, come il recettore id 66.*

**Recettore 79**

Abitazione  
Via Donatori di Sangue, 3, Monza



Scenario	NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	Media annua	99,8° percentile orario	Media annua	90,4° percentile giornaliero	Media annua	Massima media giornaliera su 8 ore	Media annua
	µg/m <sup>3</sup>						
Scenario di riferimento	28,94	116,87	5,09	8,70	3,37	416,69	0,282
Scenario di progetto	29,76	119,84	5,23	9,13	3,46	413,63	0,277
<i>Differenza</i>	<i>0,82</i>	<i>2,97</i>	<i>0,14</i>	<i>0,44</i>	<i>0,10</i>	<i>-3,06</i>	<i>-0,004</i>

*Le concentrazioni stimate risultano al di sotto dei limiti normativi, seppur in leggero aumento nello scenario di progetto. Il recettore beneficerà degli interventi predisposti per il Centro sportivo San Rocco (id 64).*

#### 4.2.2 CLIMA

Come anticipato nel paragrafo 2.2.2, l'opera in progetto introduce una lieve riduzione (-0,08%) delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente. Come indicato in Tabella 4-6, il decremento stimato a livello annuale in termini di CO<sub>2</sub> equivalente è pari a 125 tonnellate, che corrisponde allo -0,03% delle emissioni del macrosettore 7 (trasporto su strada) e allo -0,01% delle emissioni complessive dei tre comuni attraversati dalla rete in esame (Monza, Cinisello Balsamo e Sesto San Giovanni). In tabella è inoltre indicato il contributo relativo al solo comune di Monza, principalmente interessato dall'opera in progetto, che è pari rispettivamente allo -0,06% per il macrosettore 7 e allo -0,02% a livello complessivo.

Dal punto di vista climatico, l'impatto sul territorio derivante dall'opera in progetto risulta pertanto essere lievemente positivo.

Tabella 4-6 – Confronto tra i due scenari in esame rispetto alle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente prodotte in un anno e confronto con INEMAR – emissioni dei tre Comuni attraversati dall'opera e tra parentesi della sola Monza.

Scenario	Differenza emissiva	Differenza percentuale	Peso rispetto al MS 7 di INEMAR	Peso rispetto alle emissioni comunali totali di INEMAR
	[kt/a]	[%]	[%]	[%]
Scenario di progetto vs Scenario di riferimento	-0,13	-0,08%	-0,03% (-0,06%)	-0,01% (-0,02%)

## 5 MISURE DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SUGGERITE

### 5.1 QUALITÀ DELL'ARIA

#### 5.1.1 FASE DI CANTIERE

Per limitare al minimo l'impatto della fase di cantiere, il Proponente si impegna ad applicare le buone pratiche per ridurre e contenere le emissioni in atmosfera. In particolare sono riassunte nella tabella seguente le indicazioni per il contenimento delle emissioni in atmosfera da attività di cantiere, proposte da Regione Lombardia in collaborazione con ARPA Lombardia che saranno applicate durante la realizzazione dell'opera in esame. Obiettivo di tali indicazioni è quello di offrire un supporto per l'applicazione di buone pratiche mirate a ridurre le emissioni in atmosfera correlate alle attività di cantiere, attraverso misure di mitigazione e contenimento.

Si elencano di seguito le misure mitigative e/o buone pratiche che saranno impiegate nella fase di cantiere:

- lavaggio delle ruote (e se necessario della carrozzeria) dei mezzi in uscita dal cantiere;
- utilizzo di cassoni chiusi (coperti con appositi teli resistenti e impermeabili o comunque dotati di dispositivi di contenimento delle polveri) per i mezzi che movimentano terra o materiale polverulento;
- installazione di dispositivi antiparticolato sui mezzi operanti all'interno del cantiere;
- protezione con teli e umificazione dei depositi di materiale sciolto in cumuli;
- limitazione della velocità di transito dei mezzi all'interno dell'area di cava/cantiere e in particolare lungo i percorsi sterrati (ad esempio con valori massimi non superiori a 20/30 km/h);
- stoccaggio di cemento, calce e di altri materiali da cantiere allo stato solido polverulento in sili e movimentazione, ove tecnicamente possibile, mediante sistemi chiusi;
- bagnatura di tutte le superfici esposte durante le operazioni di escavazione/movimentazione di materiali polverulenti ed eventuale sospensione delle operazioni nelle giornate di intensa ventosità (velocità del vento pari o maggiore a 10 m/s);
- bagnatura di tutti i materiali in fase di rimozione e/o demolizione;
- divieto di combustione all'interno dei cantieri: si rammenta il divieto assoluto disposto dal Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06) di combustioni all'aperto in quanto si configura come smaltimento illecito di rifiuti;
- nelle aree di cantiere prossime a potenziali ricettori posizionamento di barriere antipolvere mobili, costituite da reti di maglia in polietilene ad alta densità, ad elevato coefficiente di abbattimento polveri (qualora necessario in base alle valutazioni previsionali di dispersione delle polveri e/o in base a segnalazioni della popolazione);
- schermatura degli impianti che generano emissioni polverulente (quali, ad esempio, gli impianti di betonaggio) provvedendo alla sistemazione di pannelli o schermi mobili per la riduzione delle polveri (da valutare caso per caso in base alla consistenza degli impianti presenti);
- organizzazione delle operazioni di carico e scarico dei mezzi all'interno del cantiere, in modo da minimizzare i tempi di attesa dei veicoli.

Come misure mitigative specifiche ulteriori per il cantiere si prevede:

- esecuzione di operazioni di bagnatura delle piste di cantiere, con frequenza fino al livello orario da adattare in funzione delle condizioni operative e meteorologiche al fine di garantire un tasso ottimale di umidità del terreno;
- utilizzo all'interno del cantiere di mezzi che rispettino almeno lo standard legislativo Stage IV (Direttiva del Consiglio Europeo 97/68/EC).

#### 5.1.2 FASE DI ESERCIZIO

Nonostante tutti i recettori rispettino i limiti normativi, sono state esaminate nel dettaglio le variazioni di concentrazioni legate al progetto in corrispondenza dei recettori sensibili e sono state definite specifiche

misure di mitigazione integrate nel progetto che permetteranno un abbattimento delle concentrazioni inquinanti, quali:

- l'impiego di vernici al biossido di titanio direttamente sui pannelli fonoassorbenti previsti in corrispondenza della porzione in trincea nel tratto scoperto della nuova infrastruttura ramificazione all'A52 poco prima del sottopasso per l'intersezione con la ferrovia, nei pressi di Via Alberico Gentili, di cui beneficeranno i recettori id 64 (centro sportivo San Rocco di Monza), id 65 (Scuola secondaria di I grado Sandro Pertini) ed id 79 (abitazione in Via Donatori di Sangue). L'installazione dei pannelli (con conseguente applicazione delle vernici al biossido di titanio) è prevista per una lunghezza complessiva di 144 m (ambo i lati della trincea) e un'altezza di 5,5 m (superficie totale 792 mq). Secondo la specifica norma italiana (UNI 11247), tale tipologia di vernici ha un'attività fotocatalitica molto elevata (abbattimento di NO<sub>x</sub> superiore al 90% dopo 60 minuti). L'effetto delle vernici è stato ad esempio monitorato nel 2007 sul tunnel Umberto I a Roma, collegamento tra Piazza di Spagna e Via Nazionale, per una superficie di 9'000 m<sup>2</sup>; il monitoraggio delle concentrazioni in corrispondenza del tunnel evidenzia delle riduzioni significative in termini di NO<sub>2</sub> all'interno dell'infrastruttura, nonostante l'aumento delle concentrazioni all'esterno (misure di ARPA Lazio), a testimonianza dell'efficacia in termini di abbattimento delle concentrazioni ad opera delle vernici;
- la realizzazione della fascia boscata adiacente a via Thomas Edison;
- la realizzazione di un'area verde intorno a via Gentili;
- la realizzazione di un'area verde vicino allo svincolo della SS36.

Di seguito si valuta la capacità di assorbimento in termini di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e CO legata alle opere di mitigazione ambientale previste dal progetto. I quantitativi di emissioni assorbite dalle opere di mitigazione ambientale previste per ciascuna area sono riassunti in Tabella 5.1 in relazione a NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e CO.

Tabella 5-1 - Emissioni totali assorbite nelle tre aree

Area	NO <sub>2</sub> (kg/a)	PM <sub>10</sub> (kg/a)	PM <sub>2,5</sub> (kg/a)	CO (kg/a)
<b>Area svincolo SS36</b>	0,2	0,2	0,0	0,1
<b>Area via Edison</b>	47,5	36,7	7,4	15,5
<b>Area via Gentili</b>	1,1	0,8	0,2	0,4
<b>Totale</b>	48,8	37,7	7,6	16,0

I valori così calcolati si riferiscono all'anno della piantumazione delle essenze arboree. La capacità di assorbimento delle piante, in realtà, continuerà a migliorare in funzione della crescita delle stesse. Attraverso il software i-Tree è stata quindi simulata l'evoluzione delle essenze a 10 anni dalla piantumazione, quando la capacità di assorbimento avrà raggiunto dei valori costanti per anno.

L'evoluzione del numero di piante è stata calcolata considerando un tasso di mortalità fisiologico del 3% e considerando una ripiantumazione pari al numero degli esemplari deceduti. Nella tabella sottostante sono riportati i valori di crescita, sia in termini numerici che di dimensioni della popolazione vegetale.

Tabella 5-2 - Variazione del numero di esemplari e del DBH durante un periodo di 10 anni

Anno	Popolazione complessiva	Aumento medio DBH (cm)
0	901	0
1	901	0,67
2	901	0,67
3	832	0,67
4	832	0,67
5	763	0,66
6	763	0,66

Anno	Popolazione complessiva	Aumento medio DBH (cm)
7	763	0,66
8	763	0,66
9	763	0,66
10	763	0,66

In Tabella 5-3 è pertanto indicato l'assorbimento totale per NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e CO, espresso in chilogrammi per anno, dopo dieci anni dalla messa in posto delle piante.

Tabella 5-3 - Emissioni totali assorbite nelle tre aree 10 anni dopo la messa in posto

Area	NO <sub>2</sub> (kg/a)	PM <sub>10</sub> (kg/a)	PM <sub>2,5</sub> (kg/a)	CO (kg/a)
Area svincolo SS36	0,5	0,4	0,1	0,1
Area di via Edison	57,1	45,8	9,8	17,3
Area di via Gentili	1,2	1,0	0,2	0,4
<b>Totale</b>	<b>58,8</b>	<b>47,2</b>	<b>10,1</b>	<b>17,8</b>

La messa a dimora di opere mitigazione per un'estensione complessiva pari a circa 3,8 ha andrà a migliorare molto leggermente la qualità dell'aria in esame e a ridurre gli effetti attesi dalla realizzazione dell'opera. Il beneficio legato alle opere di mitigazione sulle emissioni in atmosfera andrà a sommarsi alla riduzione emissiva legata all'opera in esame. Rispetto agli ossidi di azoto, si precisa che l'effetto migliorativo della componente vegetativa calcolato in termini di NO<sub>2</sub> è stato cautelativamente applicato alle emissioni di NO<sub>x</sub>.

Tabella 5-4 – Contributo della vegetazione rispetto alle emissioni degli scenari considerati

Scenario	Emissioni totali [t/a]			
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO
Scenario di riferimento	352,8	33,6	22,2	674,9
Scenario di progetto	351,6	33,4	22,1	671,2
Differenza tra gli scenari	1,2	0,2	0,1	3,7
Assorbimenti dovuti alla vegetazione	0,06	0,05	0,01	0,02

## 5.2 CLIMA

Le mitigazioni previste oltre che incrementare molto leggermente l'assorbimento degli inquinanti porterà ad un maggior assorbimento di CO<sub>2</sub>, che concorrerà a mitigare l'impatto dell'opera in esame dal punto di vista climatico, pari a 154,05 kt di CO<sub>2</sub>.

In Tabella 5.5 si quantificano di seguito le emissioni assorbite dalle opere di mitigazione ambientale in termini di CO<sub>2</sub> equivalente per ciascuna area.

Tabella 5.5 - Emissioni totali di CO<sub>2</sub> equivalente assorbite nelle tre aree

Area	CO <sub>2</sub> eq (t/a)
Area svincolo SS36	0,0
Area via Edison	8,5
Area via Gentili	0,2
<b>Totale</b>	<b>8,7</b>

In Tabella 5.6 è indicato l'assorbimento totale rispetto alla CO<sub>2</sub> equivalente, espresso in chilogrammi per anno, dopo dieci anni dalla messa a dimora delle piante.

Tabella 5.6 - Emissioni totali di CO<sub>2</sub> equivalente assorbite nelle tre aree 10 anni dopo la messa in posto

Area	CO <sub>2</sub> eq (t/a)
Area svincolo SS36	0,1
Area via Edison	10,3
Area via Gentili	0,3
<b>Totale</b>	<b>10,7</b>

L'opera in progetto prevede la messa a dimora di circa 900 esemplari vegetativi che contribuiscono, anche se molto leggermente, a migliorare la qualità dell'aria in esame. Come si evince dalla tabella seguente, il contributo delle opere di mitigazione in termini di CO<sub>2</sub> equivalente, con i benefici dovuti alla componente verde a 10 anni dalle piantumazioni, contribuirà alla variazione emissiva in miglioramento legata al progetto in esame.

Tabella 5.7 - CO<sub>2</sub> equivalente emessa dai veicoli e assorbita dalle piante dopo 10 anni

Scenario	Emissioni totali [kt/a]
	CO <sub>2</sub> eq
Scenario di riferimento	154,17
Scenario di progetto	154,05
Differenza tra gli scenari	0,12
Assorbimenti dovuti alla vegetazione	0,01

## 6 MISURE DI CONTROLLO DEGLI EFFETTI

In relazione alle analisi condotte sono state definite le seguenti misure di monitoraggio:

Per il controllo degli effetti dell'infrastruttura in progetto, è stato elaborato dedicato piano di monitoraggio per la componente qualità dell'aria, nel quale sono stati individuati tre punti di monitoraggio comuni per le fasi ante operam, corso d'opera (cantiere) e post operam, individuati nelle vicinanze dei recettori più critici individuati in questa relazione.

Si rimanda ai contenuti del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) del presente SIA per i dettagli metodologici ed attuativi delle attività di controllo indicate.

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda la matrice aria, nel presente Studio di Impatto Ambientale relativo al potenziamento dell'interconnessione A52 - A4, sono state quantificate le emissioni legate alla viabilità della fase di esercizio e, tramite il modello di dispersione CALPUFF, le conseguenti concentrazioni degli inquinanti stimate sul dominio di circa 30 km<sup>2</sup> intorno alla nuova infrastruttura e presso i recettori sensibili. In particolare sono stati valutati due scenari sulla base delle valutazioni dello Studio di Traffico:

- Scenario di riferimento, corrispondente allo stato di fatto al 2025 senza interventi di progetto;
- Scenario di progetto, corrispondente allo scenario di riferimento al 2025 a cui si aggiunge il contributo dell'opera in progetto.

L'opera in progetto, localizzata quasi esclusivamente nel comune di Monza, comporta una lieve riduzione dei chilometri complessivi percorsi nell'ora di punta nell'area di studio (circa pari allo 0,1%), a fronte di una riduzione delle emissioni complessive nell'area di studio per tutti gli inquinanti considerati (compresa tra 0,3% e 0,7%), derivante anche dalla fluidificazione della viabilità che caratterizza lo scenario di progetto.

Proprio per quest'ultima, il beneficio derivante dal potenziamento dell'interconnessione A52 - A4 è significativo in termini di riduzione delle concentrazioni massime di dominio per tutti i parametri statistici degli inquinanti considerati (quantificato tra 0,4% e 8%). Il miglioramento delle concentrazioni dell'area in esame è percepibile, anche se meno significativo, anche in relazione alle medie spaziali di dominio (le riduzioni oscillano tra 0,005% e l'1,3%). Si evidenzia inoltre che tale beneficio stimato legato all'opera in progetto è ottenuto adottando ipotesi cautelative e conservative, quali:

- nel modello non è stata considerata né la deposizione secca né la deposizione umida degli inquinanti;
- le emissioni veicolari sono state stimate a partire dal parco veicolare relativo al 2022, e non del parco a progetto ultimato, ovvero del 2025 che, grazie alla penetrazione in corso dei veicoli elettrici ed ibridi, sarà caratterizzato da fattori di emissione più ridotti;
- sui tratti autostradali non sono stati considerati i divieti di circolazione per i mezzi pesanti per i giorni festivi.

Coerentemente con quanto rilevato in alcune stazioni di monitoraggio di ARPA Lombardia della zona, le concentrazioni massime di NO<sub>2</sub> stimate con il modello CALPUFF superano sia nello scenario di riferimento che in quello di progetto (in misura più limitata) il valore limite sulla media annua; tali superamenti del valore limite si verificano in aree circoscritte localizzate in prossimità degli assi stradali più trafficati (preesistenti rispetto al progetto).

Si sottolinea che dal confronto delle concentrazioni per i due scenari di progetto e di riferimento nel dominio di circa 30 km<sup>2</sup>, le aree interessate da un miglioramento delle condizioni di qualità dell'aria siano maggiormente estese, con maggiore presenza di popolazione esposta, rispetto alle aree di peggioramento, più limitate in termini di estensione spaziale nei pressi della nuova infrastruttura e legate a contesti più rurali.

Si evidenzia infine che le concentrazioni stimate in corrispondenza dei recettori sensibili rispettano i limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente in entrambi gli scenari considerati e non si evidenziano criticità per alcun inquinante. Le concentrazioni stimate in corrispondenza dei recettori risultano al di sotto del limite normativo e per la maggior parte di essi tale distanza dal limite è molto significativa.

I limitati peggioramenti dei recettori 64/79 nei pressi del tratto scoperto della nuova infrastruttura in trincea ramificazione all'A52 poco prima del sottopasso per l'intersezione con la ferrovia, in prossimità di Via Alberico Gentili, saranno mitigati attraverso l'impiego di vernici al biossido di titanio sui pannelli fonoassorbenti da posizionarsi in corrispondenza del tratto in trincea, oltre che dal beneficio legato all'assorbimento delle opere di mitigazione poste in prossimità di via Gentili. Il peggioramento dei recettori 66/67, invece, è attenuato dalle misure di mitigazione integrate nel progetto ed in particolare dell'area verde nei pressi di via Edison.

Rispetto alla matrice clima, l'impatto sul territorio derivante dall'opera in progetto consiste in una lieve riduzione delle emissioni rispetto allo scenario di riferimento (pari a -0,13 kt delle emissioni di CO<sub>2</sub>, pari a -0,08%).

Inoltre le mitigazioni suggerite per la qualità dell'aria e clima, in termini di piantumazione di essenze vegetative, rappresentano un'ulteriore riduzione di tale impatto.

L'impatto della fase di cantiere, pur nell'approccio estremamente cautelativo che ha portato a considerare le massime emissioni mensili per un intero anno (più che raddoppiando le emissioni stimate), grazie alle buone pratiche ed alle mitigazioni specifiche adottate, in particolare relativamente all'utilizzo all'interno del cantiere solo di mezzi che rispettino almeno lo standard legislativo Stage IV, è risultato essere contenuto e molto limitato nel tempo.

## 8 APPENDICE 1: FIGURE

Si riportano di seguito le mappe di isoconcentrazione, ottenute come risultato delle simulazioni modellistiche effettuate con il modello CALPUFF.

### 8.1.1 FASE DI CANTIERE

Figura 8-1 – Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> nello scenario di cantiere

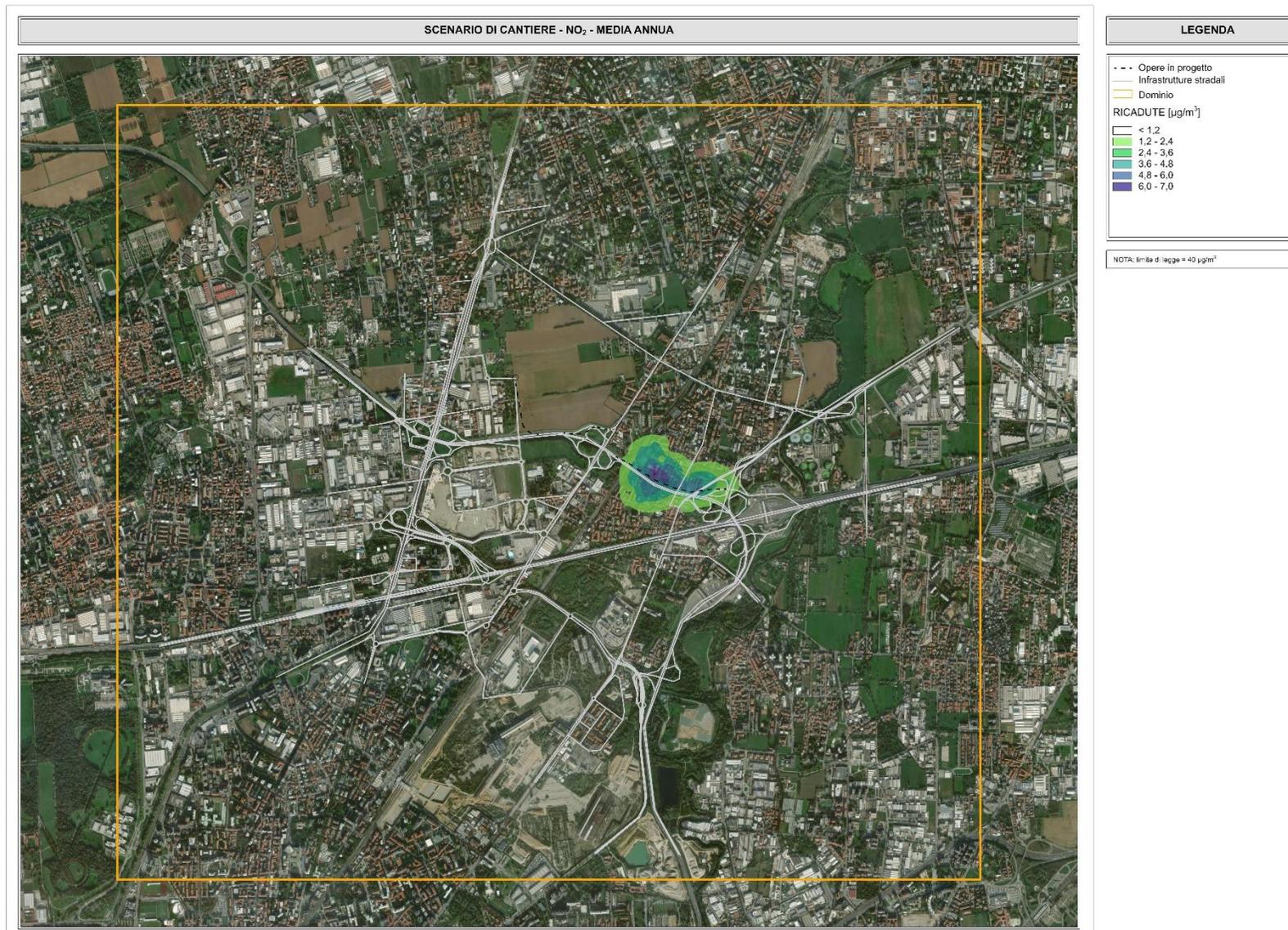


Figura 8-2 – Concentrazione corrispondente al 99,8° percentile orario di NO<sub>2</sub> nello scenario di cantiere

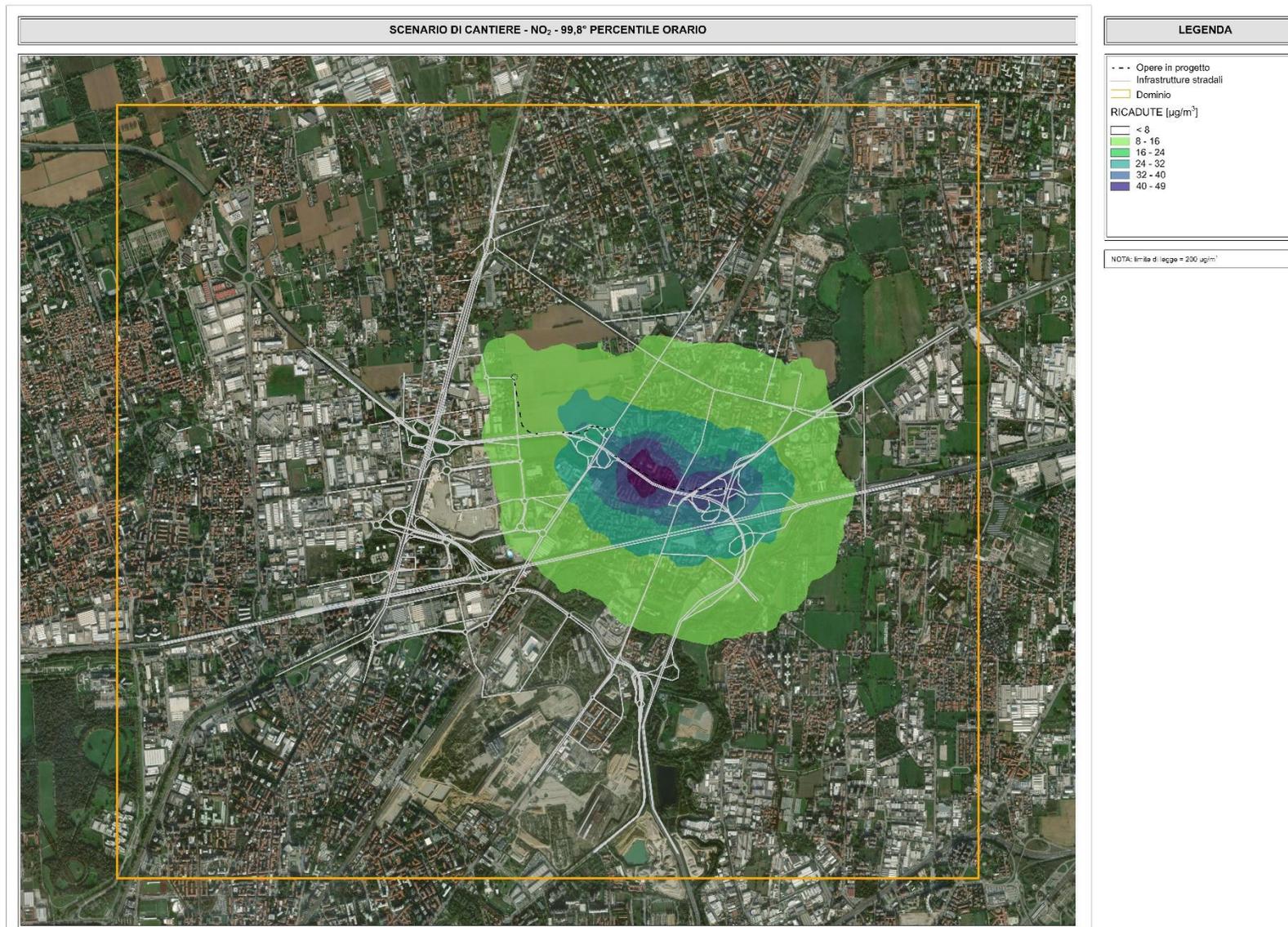


Figura 8-3 – Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> nello scenario di cantiere

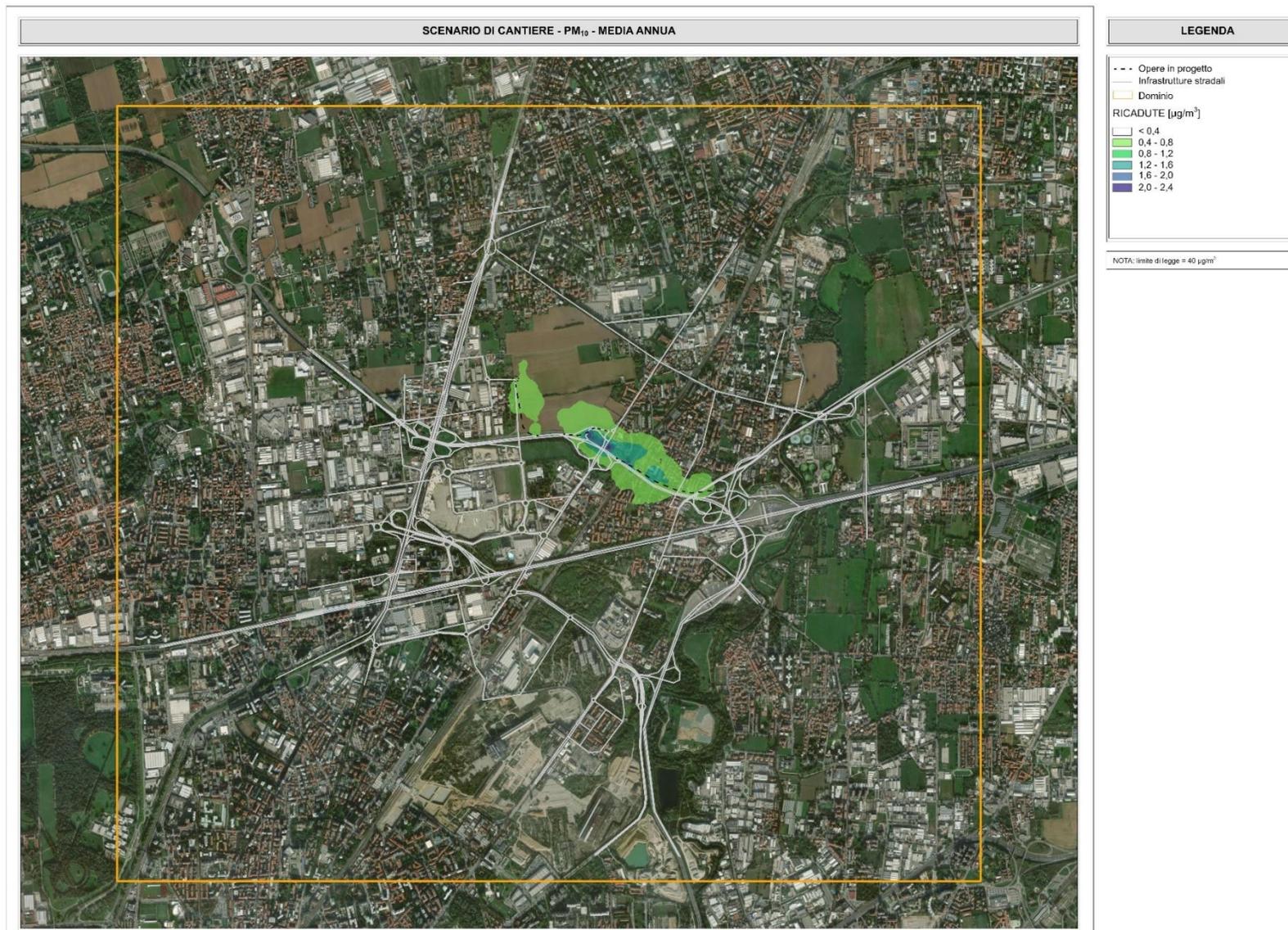


Figura 8-4 – Concentrazione corrispondente al 90,4° percentile giornaliero di PM<sub>10</sub> nello scenario di cantiere

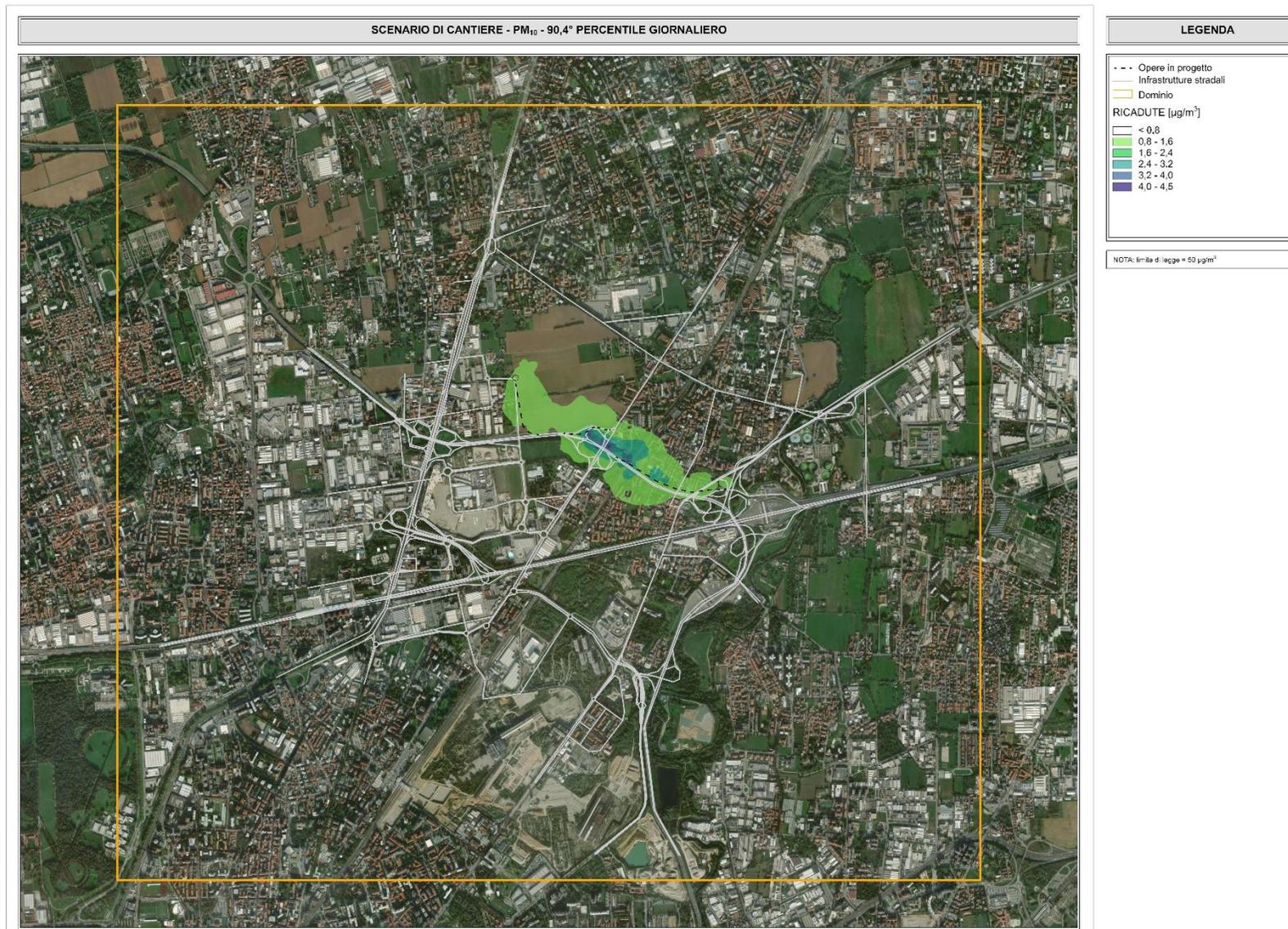
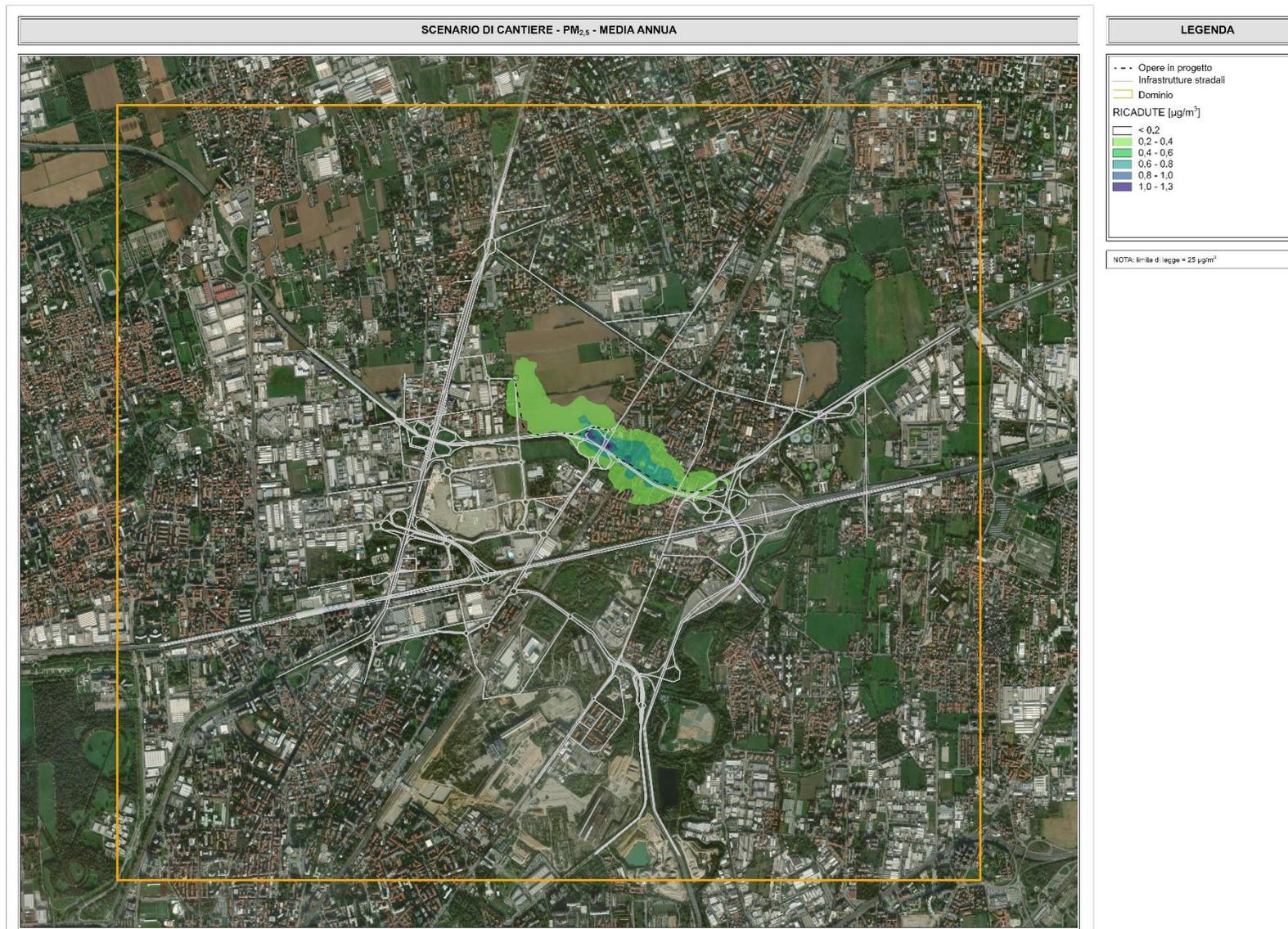


Figura 8-5 – Concentrazione media annua di PM<sub>2,5</sub> nello scenario di cantiere



## 8.1.2 FASE DI ESERCIZIO

Figura 8-6 – Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> nello scenario di riferimento

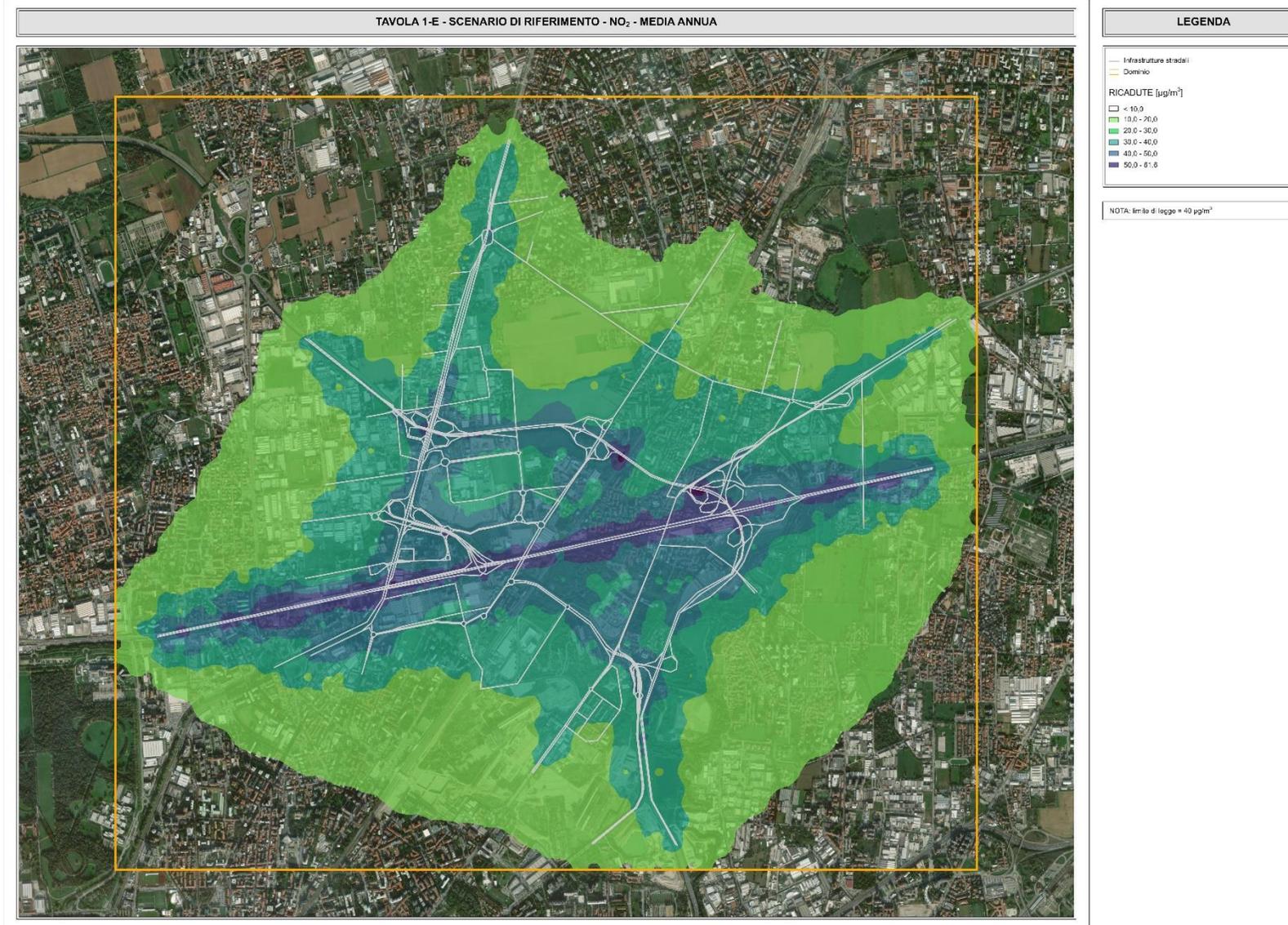


Figura 8-7 – Concentrazione corrispondente al 99,8° percentile orario di NO<sub>2</sub> nello scenario di riferimento

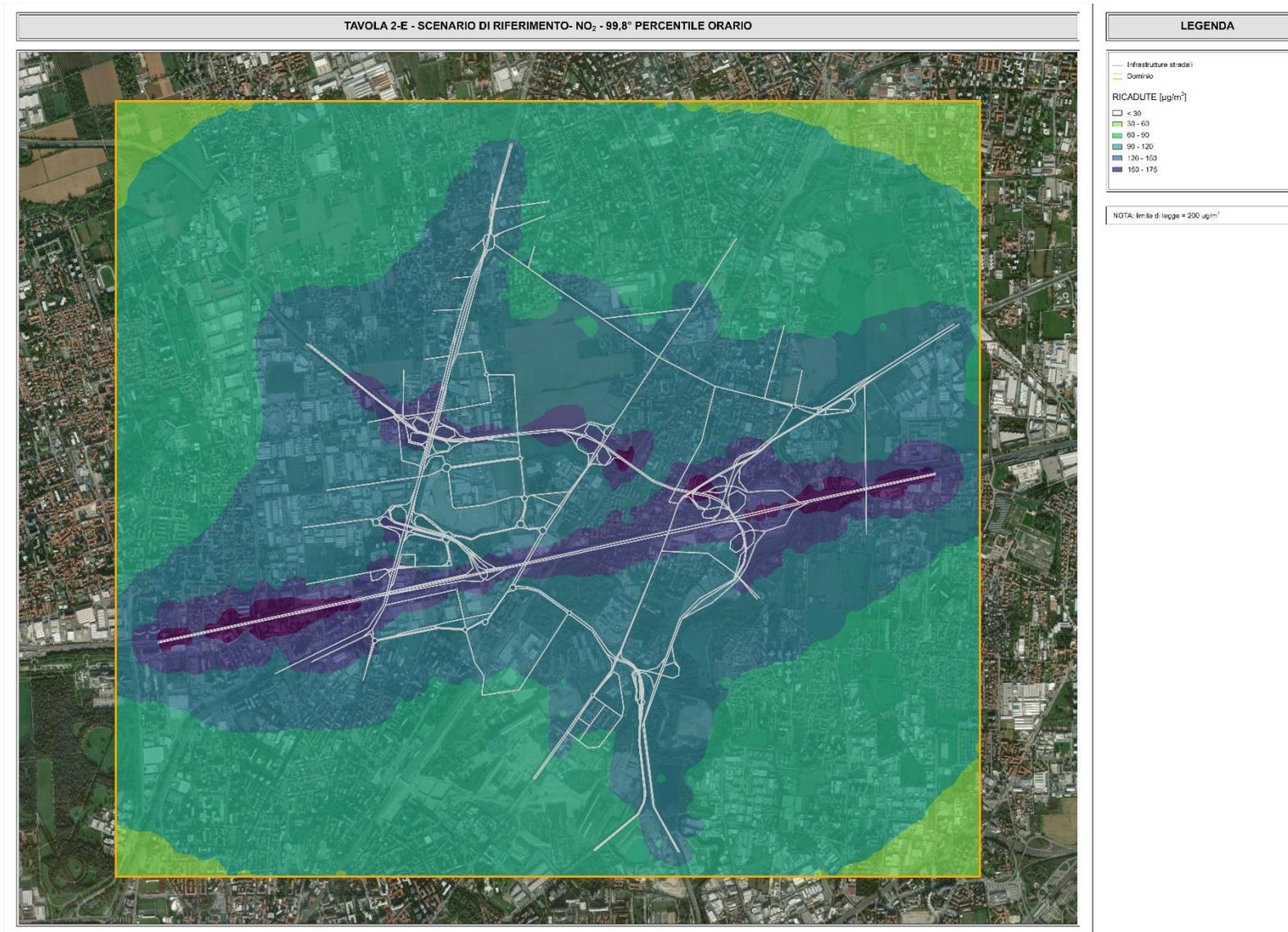


Figura 8-8 – Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> nello scenario di riferimento

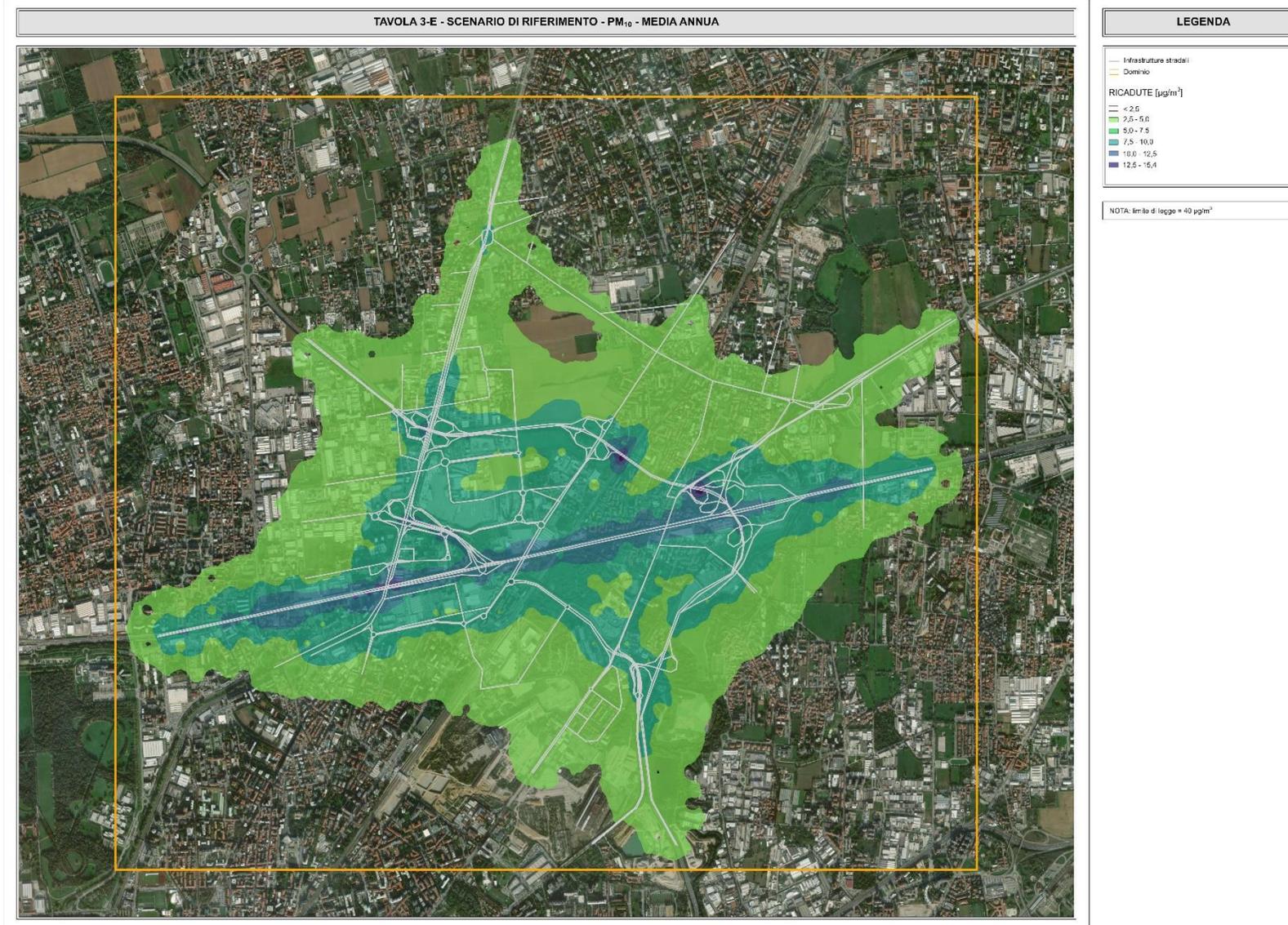


Figura 8-9 – Concentrazione corrispondente al 90,4° percentile giornaliero di PM<sub>10</sub> nello scenario di riferimento

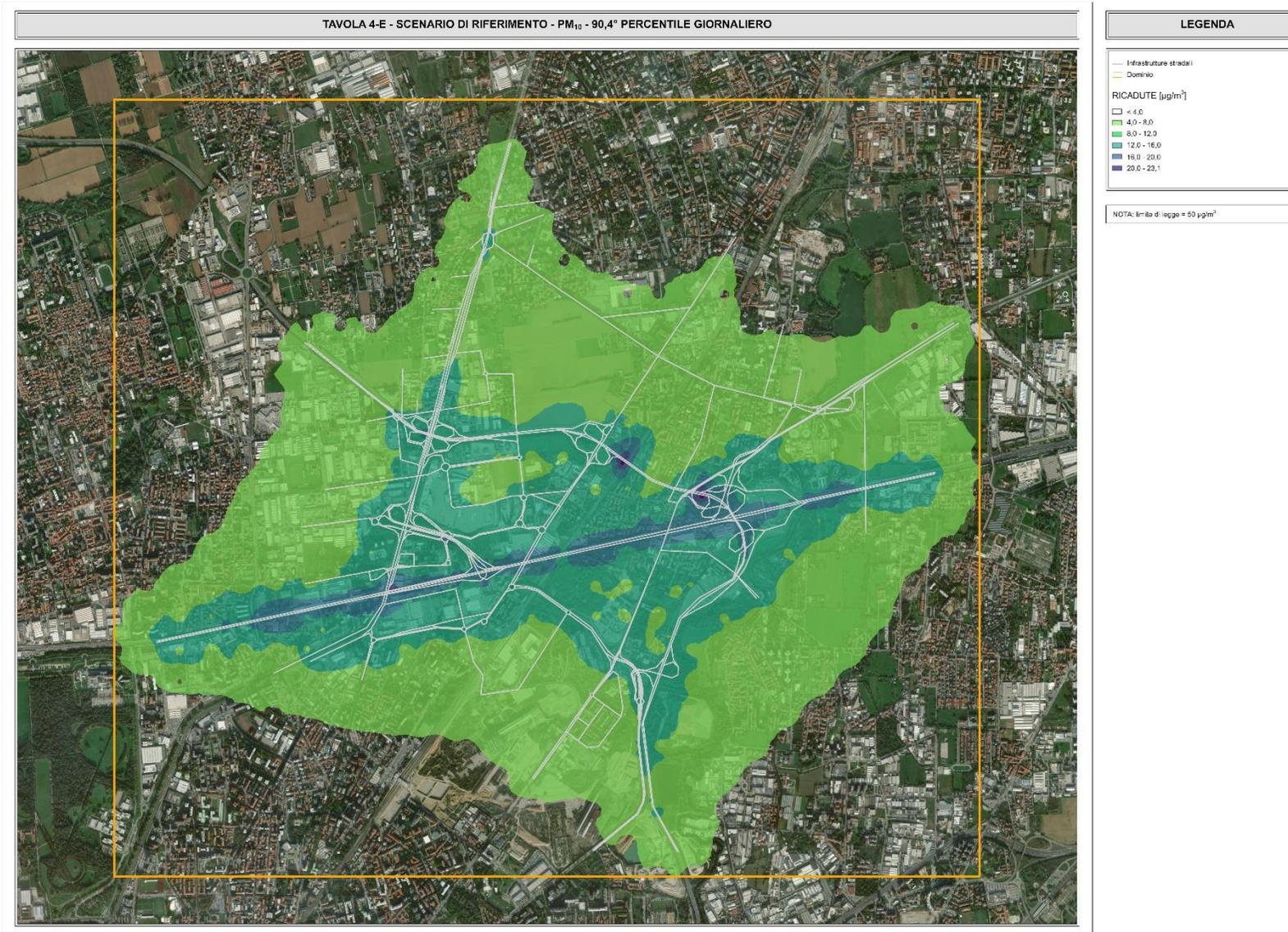


Figura 8-10 – Concentrazione media annua di PM<sub>2,5</sub> nello scenario di riferimento

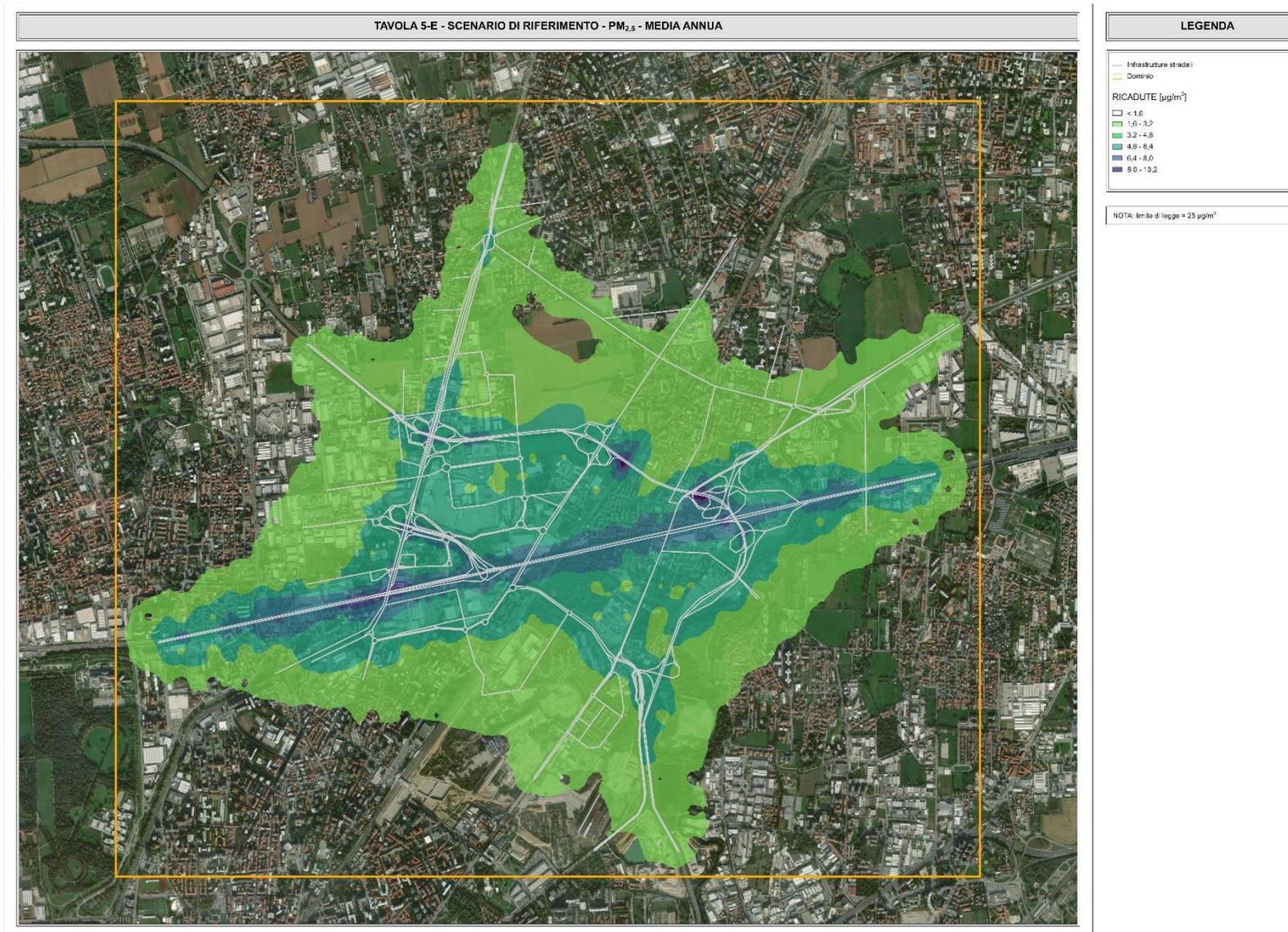


Figura 8-11 – Concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore di CO nello scenario di riferimento

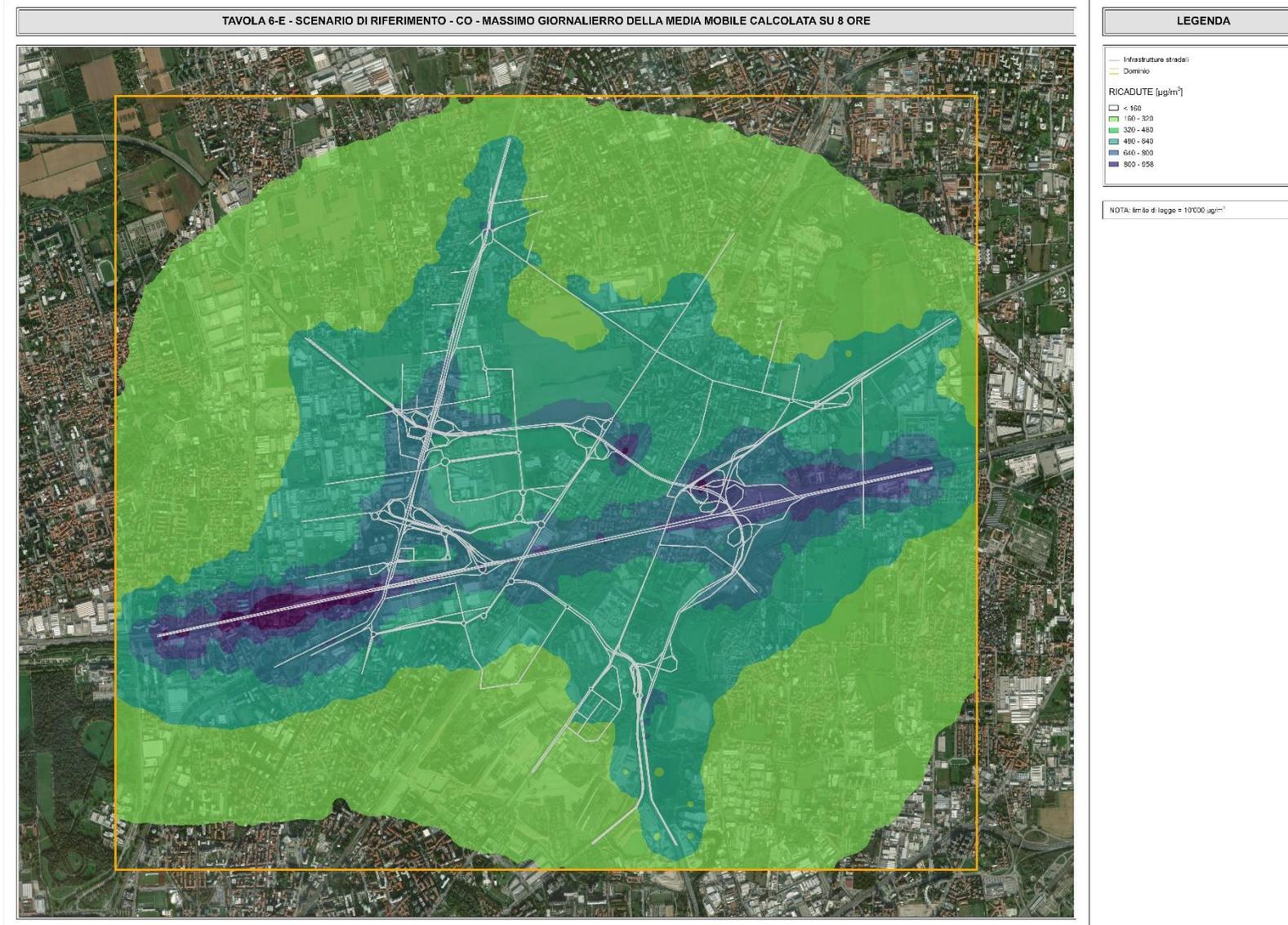


Figura 8-12 – Concentrazione media annua di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> nello scenario di riferimento

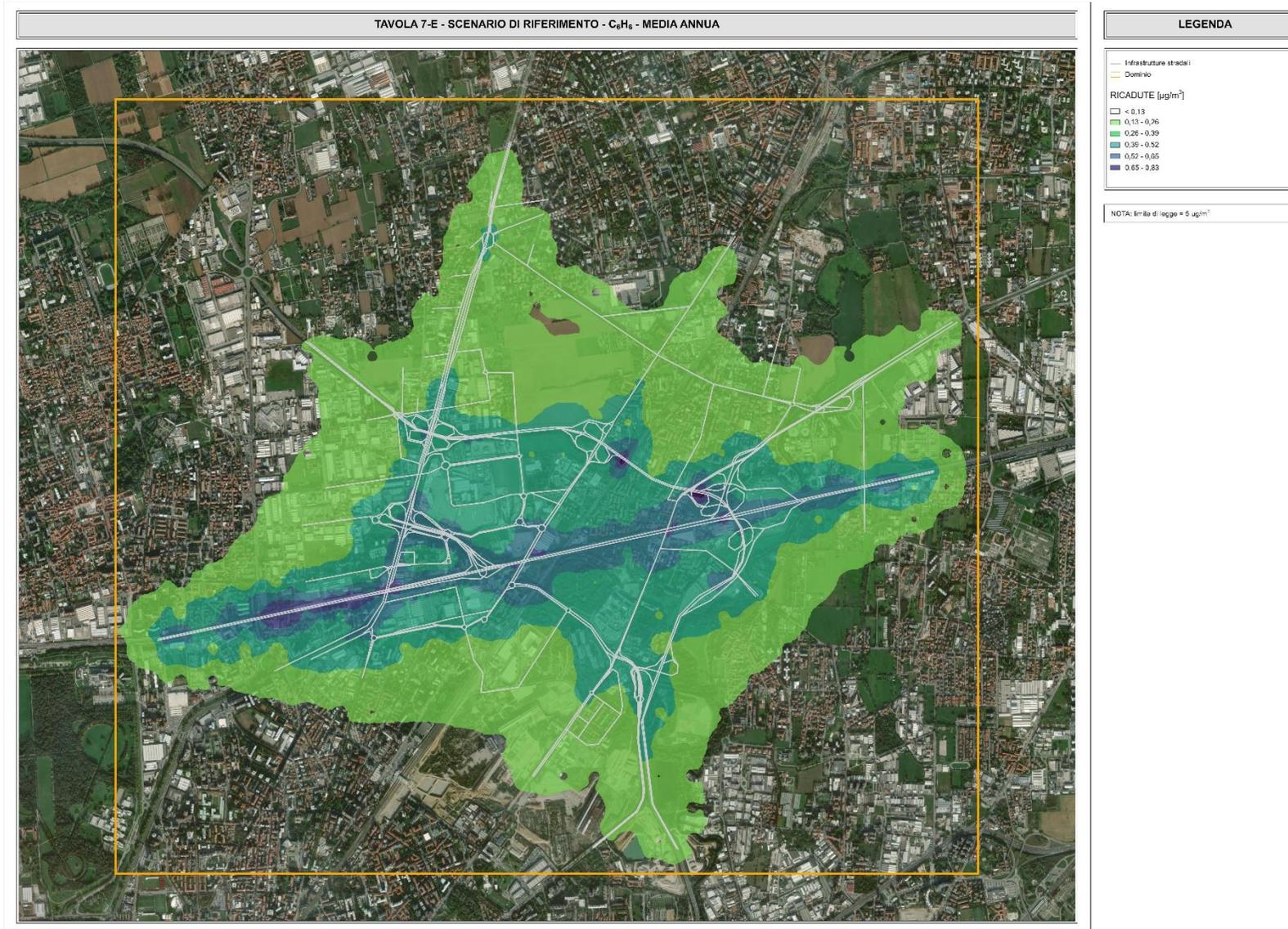


Figura 8-13 – Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> nello scenario di progetto

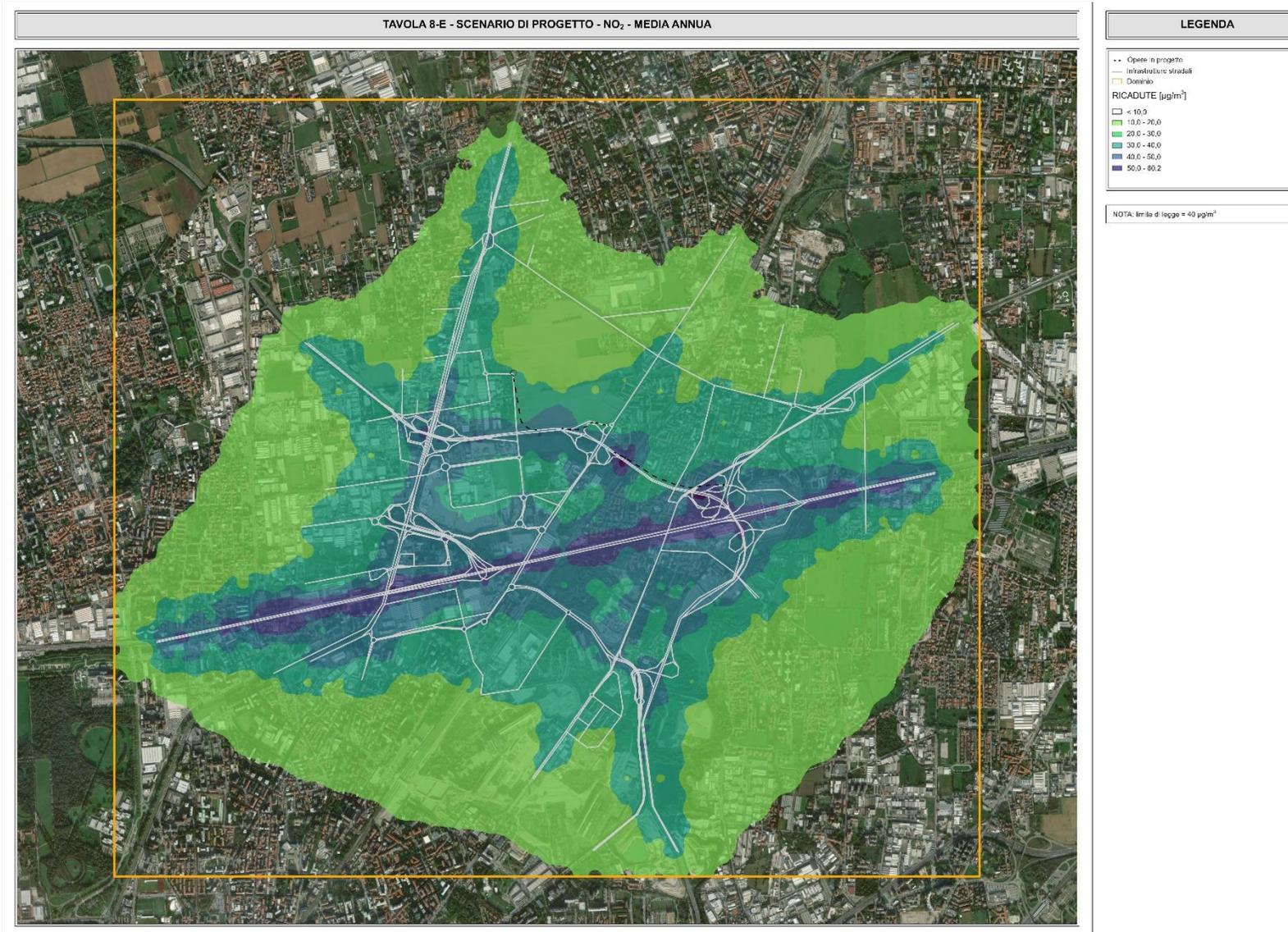


Figura 8-14 – Concentrazione corrispondente al 99,8° percentile orario di NO<sub>2</sub> nello scenario di progetto

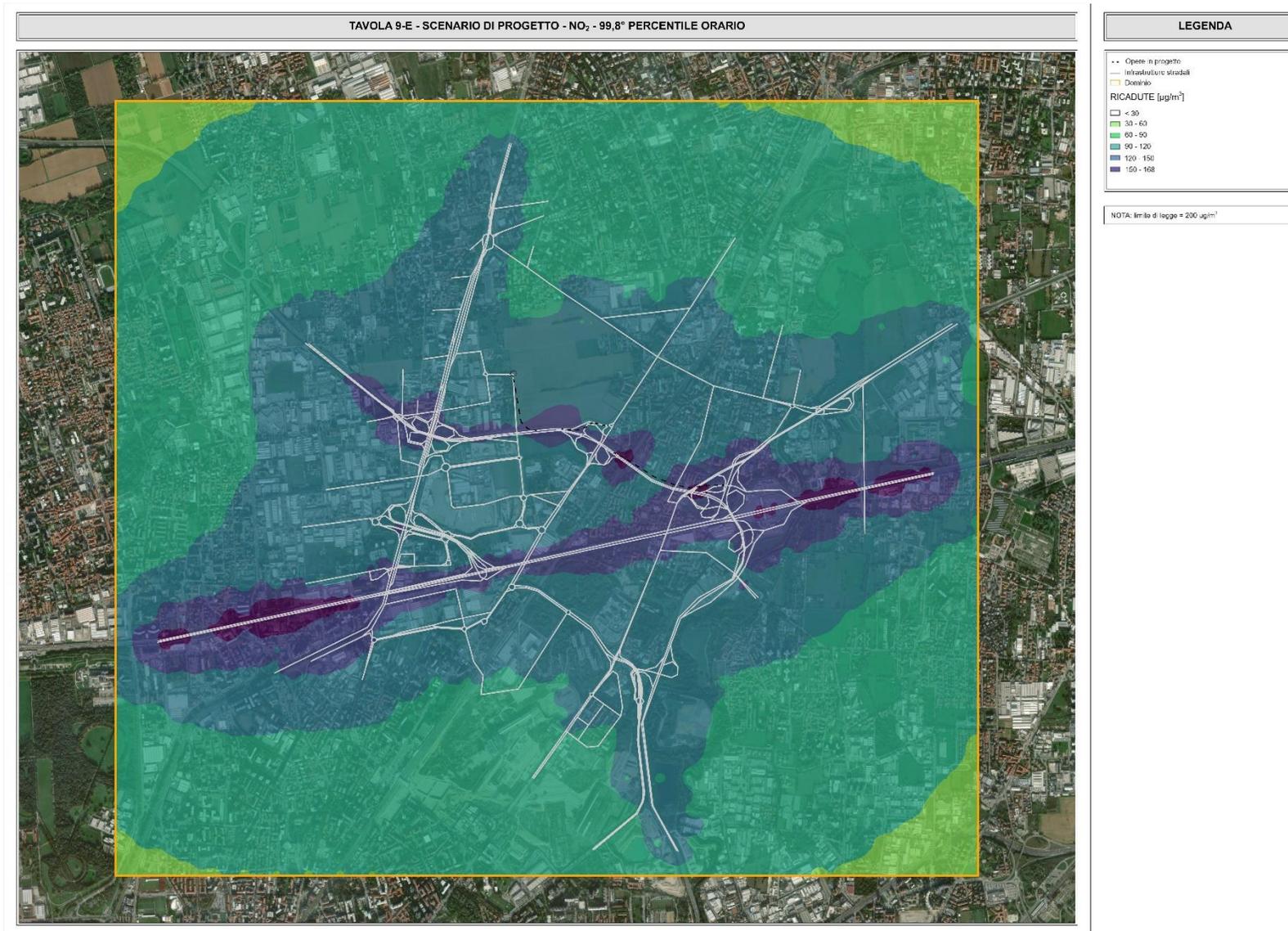


Figura 8-15 – Concentrazione media annua di PM<sub>10</sub> nello scenario di progetto

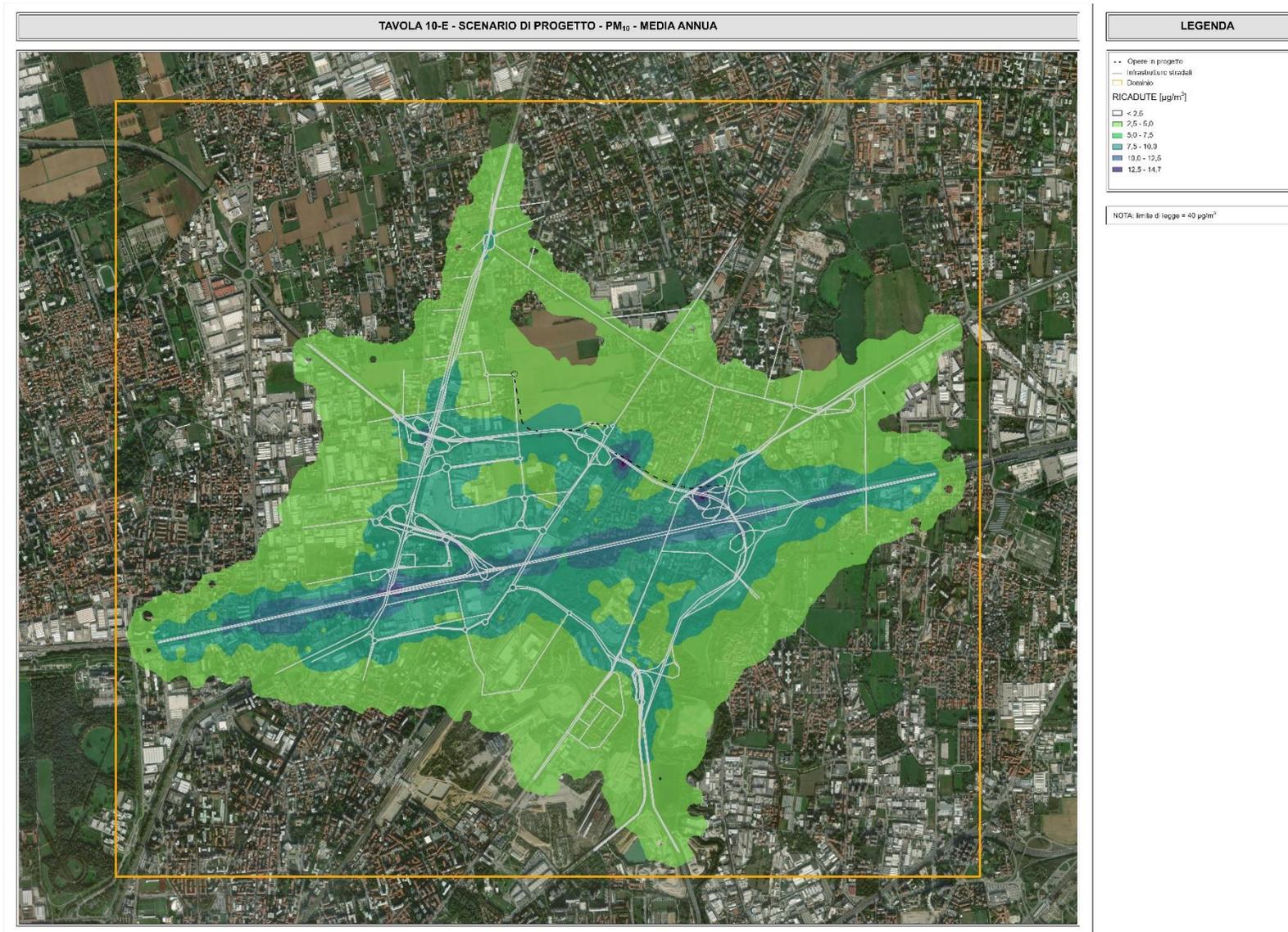


Figura 8-16 – Concentrazione corrispondente al 90,4° percentile giornaliero di PM<sub>10</sub> nello scenario di progetto

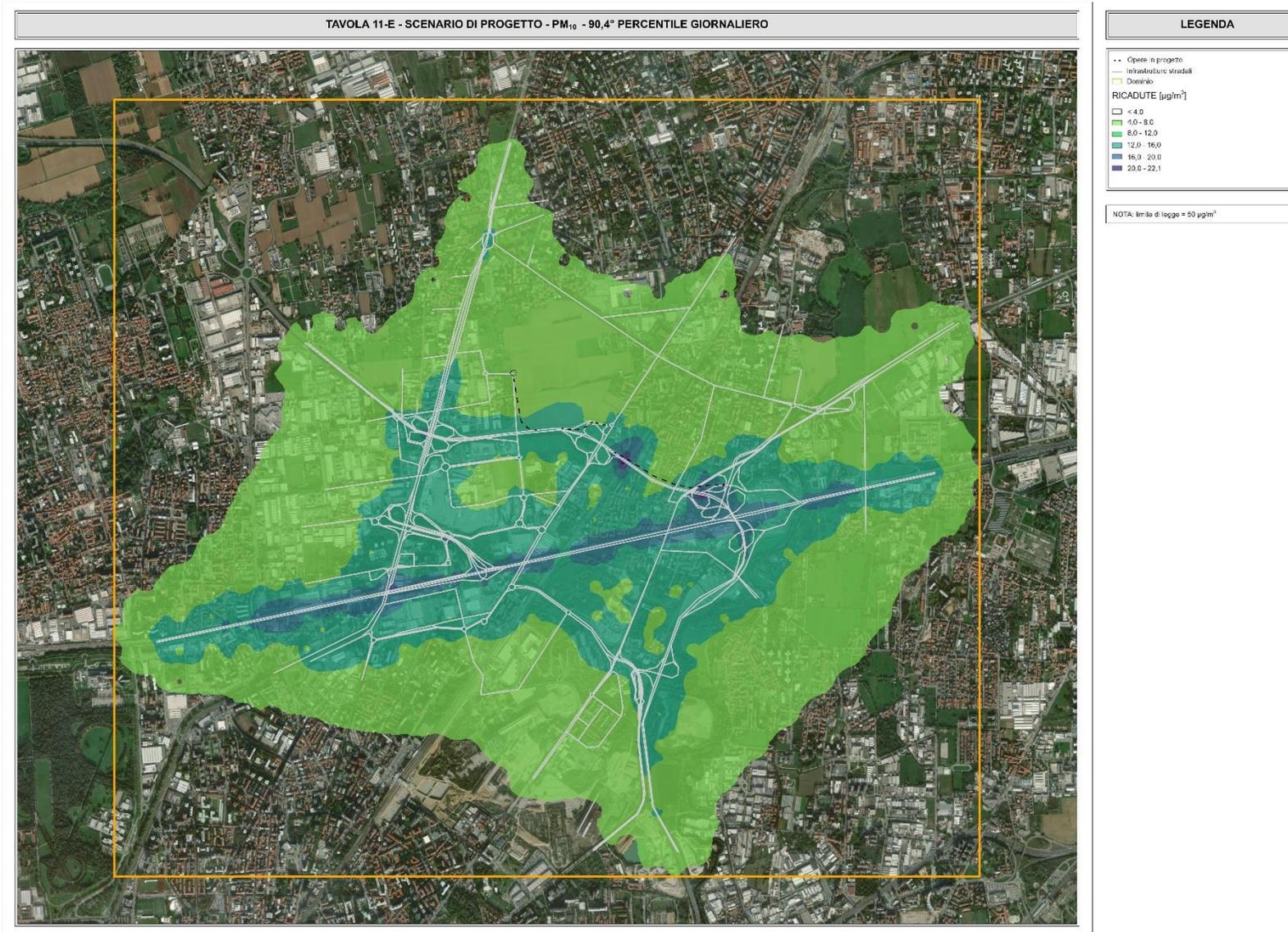


Figura 8-17 – Concentrazione media annua di PM<sub>2,5</sub> nello scenario di progetto

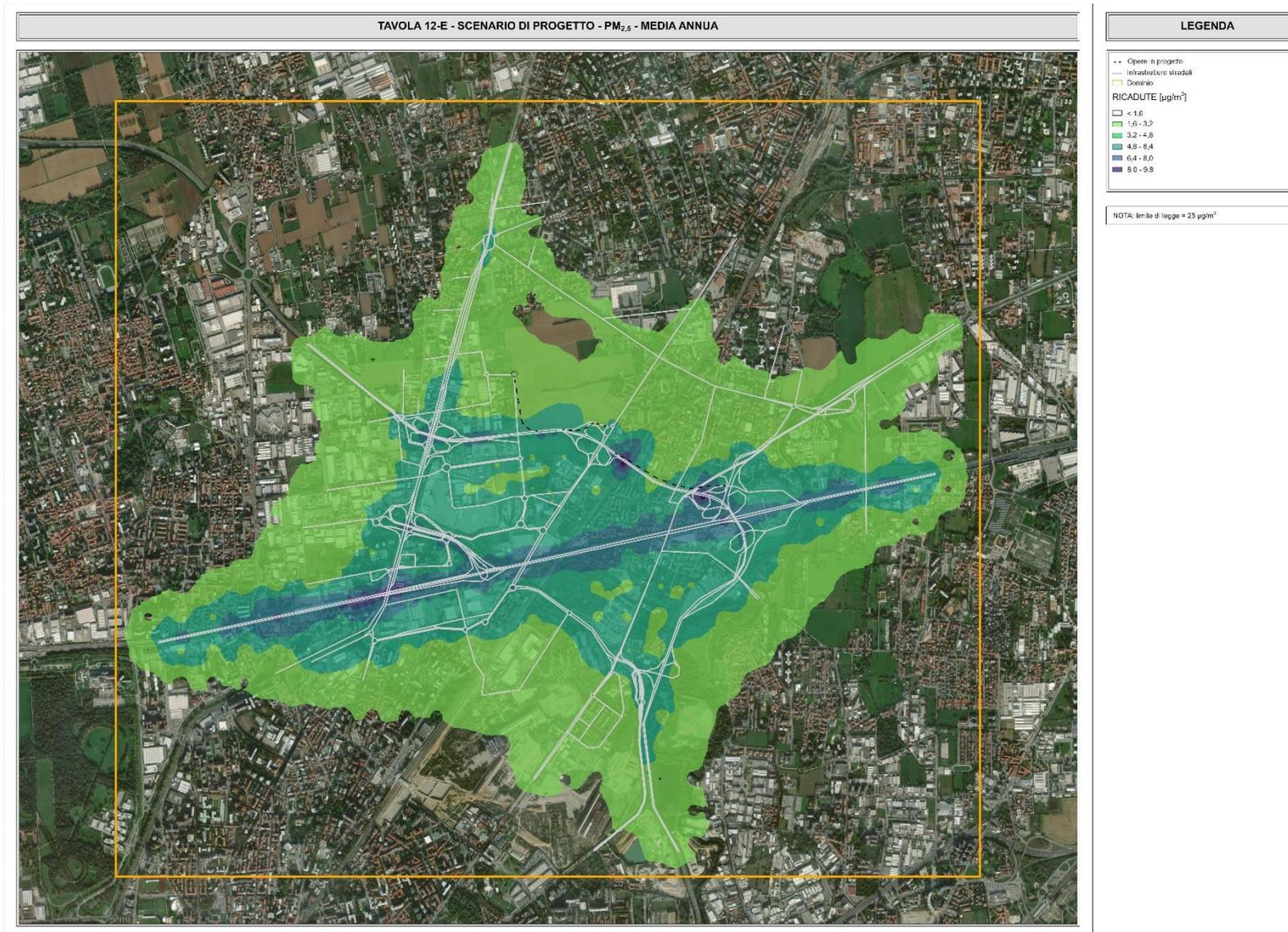


Figura 8-18 – Concentrazione massima giornaliera della media mobile su 8 ore di CO nello scenario di progetto

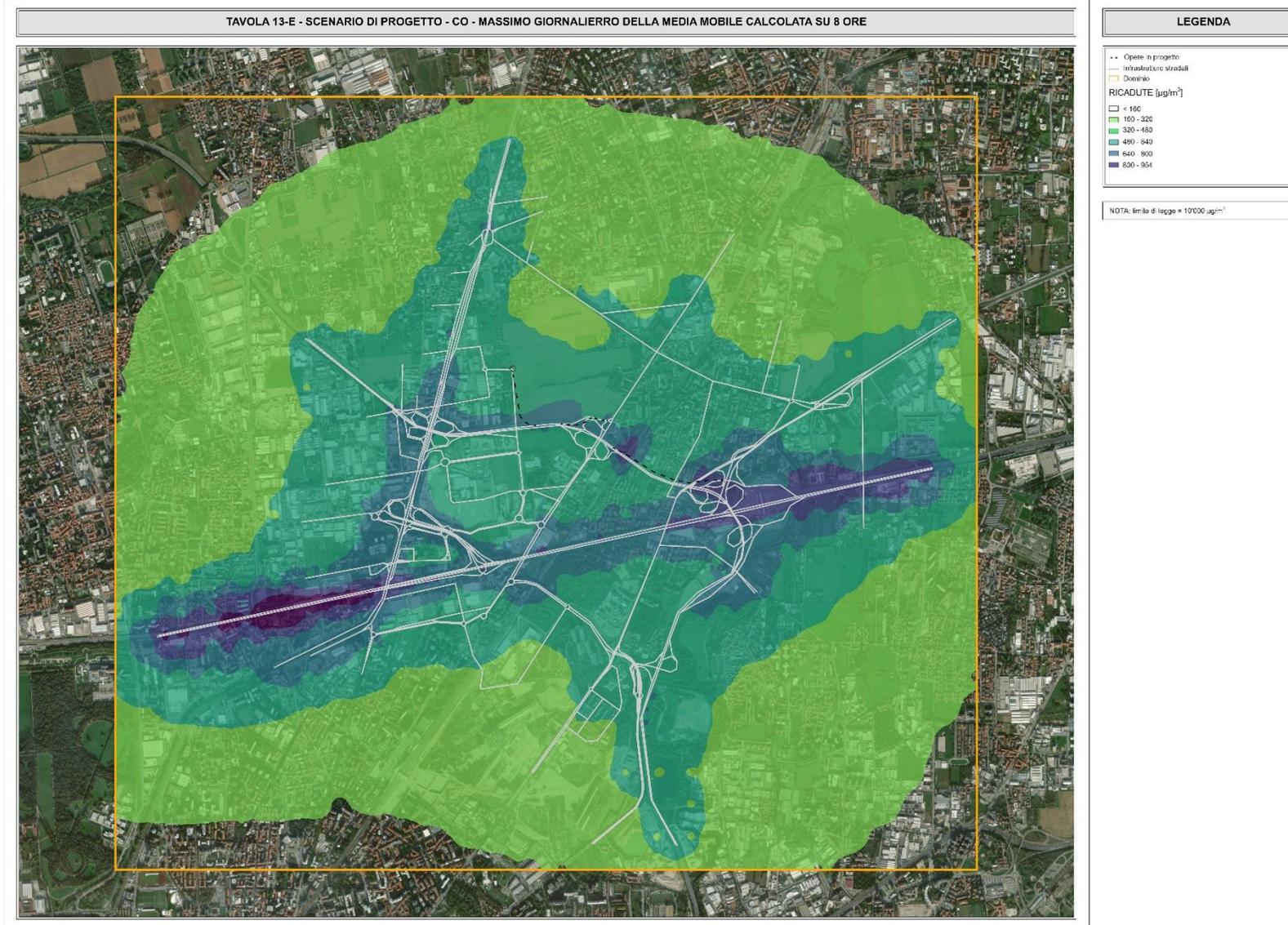


Figura 8-19 – Concentrazione media annua di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> nello scenario di progetto

