

**AF PROPERTY S.P.A.**

**PROGETTO DI INSEDIAMENTO DI NUOVA  
ATTIVITA' PRODUTTIVA  
in Lacchiarella (MI)**

**PREVISIONALE DI IMPATTO SULLA QUALITA'  
DELL'ARIA – FASE DI CANTIERE**

**LUGLIO 2025**

**Ing. Riccardo Massara**



*Riccardo Massara*

---

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3 QUALITÀ DELL'ARIA LOCALE</b> .....	<b>8</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE E QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PREVISTE NELLA FASE 1 DEL CANTIERE</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2 QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI DIFFUSE IN FASE DI CANTIERE</b> .....	<b>10</b>
3.2.1 <i>Emissioni da attività di scavo e rimodellamento dell'area</i> .....	10
3.2.2 <i>Emissione di PM10, NOx e CO da mezzi di cantiere</i> .....	17
<b>3.3 QUANTIFICAZIONE DEL TRAFFICO INDOTTO</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4 QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI ASSOCIATE AL TRAFFICO INDOTTO</b> .....	<b>20</b>
<b>4. RICETTORI INTERESSATI DAL CANTIERE</b> .....	<b>21</b>
<b>5. IMPATTO DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI E NOX DALLE ATTIVITÀ CONDOTTE IN CANTIERE</b> .....	<b>22</b>
<b>5.1 MATERIALI E METODI</b> .....	<b>22</b>
5.1.1 <i>Modello di calcolo WINDIMULA</i> .....	22
5.1.2 <i>Modalità di interpretazione dei risultati</i> .....	25
<b>5.2 DATI DI INPUT</b> .....	<b>26</b>
<b>5.3 RISULTATI DEL MODELLO</b> .....	<b>32</b>
5.3.1 <i>Particolato (PM10)</i> .....	32
5.3.2 <i>Particolato (PM2.5)</i> .....	35
5.3.3 <i>Ossidi di azoto (NO<sub>2</sub>)</i> .....	37
5.3.4 <i>Monossido di Carbonio (CO)</i> .....	39
<b>6. IMPATTO DEL TRAFFICO INDOTTO</b> .....	<b>41</b>
<b>6.1 MATERIALI E METODI</b> .....	<b>41</b>
6.1.1 <i>Modello di calcolo CALINE</i> .....	41
6.1.2 <i>Modalità di analisi e interpretazione dei risultati</i> .....	43
<b>6.2 DATI DI INPUT</b> .....	<b>44</b>
<b>6.3 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE RELATIVA AL TRAFFICO INDOTTO</b> .....	<b>46</b>
6.3.1 <i>Particolato (PM10)</i> .....	46
6.3.2 <i>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</i> .....	48
6.3.3 <i>Monossido di Carbonio (CO)</i> .....	50
6.3.4 <i>Particolato (PM2.5)</i> .....	52
<b>7. IMPATTO COMPLESSIVO DEL CANTIERE (EMISSIONI DIFFUSE + TRAFFICO)</b> .....	<b>54</b>
<b>8. CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE</b> .....	<b>57</b>
<b>9. CONCLUSIONI</b> .....	<b>60</b>
<b>ALLEGATI</b> .....	<b>62</b>
<b>A. CARATTERISTICHE DEI RICETTORI E DEI TRATTI STRADALI</b> .....	<b>62</b>
<b>B. ROSE DEI VENTI STAGIONALI (2023)</b> .....	<b>63</b>

## PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di quantificare le emissioni di inquinanti in atmosfera durante la fase di cantiere per la realizzazione del nuovo insediamento previsto in Lacchiarella (MI) e di valutarne l'impatto sulla qualità dell'aria locale attraverso l'applicazione di opportuni modelli di simulazione.

Per le attività di cantiere è già disponibile un cronoprogramma delle attività previste, si ritiene che il cantiere sarà sviluppato principalmente in due fasi:

1. Preparazione dell'area. Tale fase prevede la rimozione dello strato di terreno avente proprietà geotecniche non adeguate, il quale sarà riutilizzato in sito nelle aree a verde; l'esecuzione degli scavi per le fondazioni degli edifici e il livellamento dell'area mediante preparazione di un fondo dalle proprietà geotecniche adeguate ad ospitare la viabilità e le aree di sosta. Tale fase avrà una durata indicativa di circa 120 giorni;
2. Realizzazione delle opere in progetto (edifici, viabilità, aree sosta ecc.). Tale fase avrà durata di circa 240 giorni.

Si fa presente che l'area in esame non presenta edifici allo stato attuale, pertanto non si prevedono opere di demolizione di edifici o impianti esistenti.

Dal punto di vista degli impatti sulla qualità dell'aria locale, si ritiene che la fase più critica sia la prima, in quanto sarà caratterizzata da attività di scavo e movimentazione terra. Per quanto riguarda la fase successiva, gli impatti saranno associati quasi esclusivamente al traffico indotto.

Il presente documento, dunque, si focalizza sulla prima fase del cantiere, quantificando le emissioni diffuse di polveri associate alle attività di scavo e riempimento, nonché le emissioni di PM10, PM2.5, NOx e CO associate alle macchine operatrici presenti in cantiere e al traffico indotto dal cantiere (mezzi pesanti trasportanti aggregati in ingresso al sito e mezzi dei lavoratori). Tali emissioni vengono poi estese cautelativamente all'intera durata del cantiere.

L'impatto di tali emissioni sulla qualità dell'aria locale viene valutato mediante i seguenti software di calcolo:

- il software MMS Caline per la stima delle emissioni da traffico;
- il software WinDimula per la stima delle emissioni diffuse associate al cantiere.

Si tratta, in entrambi i casi, di software che implementano modelli di dispersione gaussiani a pennacchio. MMS Caline è specificatamente studiato per le sorgenti lineari, quali il traffico stradale; WinDimula per le sorgenti puntuali e areali.

## 2. DESCRIZIONE DEL CONTESTO

### 2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona in cui si prevede la realizzazione della nuova attività produttiva è situata nella periferia est del comune di Lacchiarella (MI), ai margini della Frazione di Villa Maggiore. Più precisamente si prevede la costruzione di edifici nelle aree circoscritte tra le strade Via Cascina Nuova e Via per Santa Maria. L'area a Nord risulta oggi a produzione agricola mentre la porzione più a sud risulta occupata da edifici dismessi e terreno libero non sfruttato.

Entrambe le aree sono caratterizzate dalla completa circoscrizione all'interno di tracciato stradale; non sono presenti nelle vicinanze agglomerati che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale.

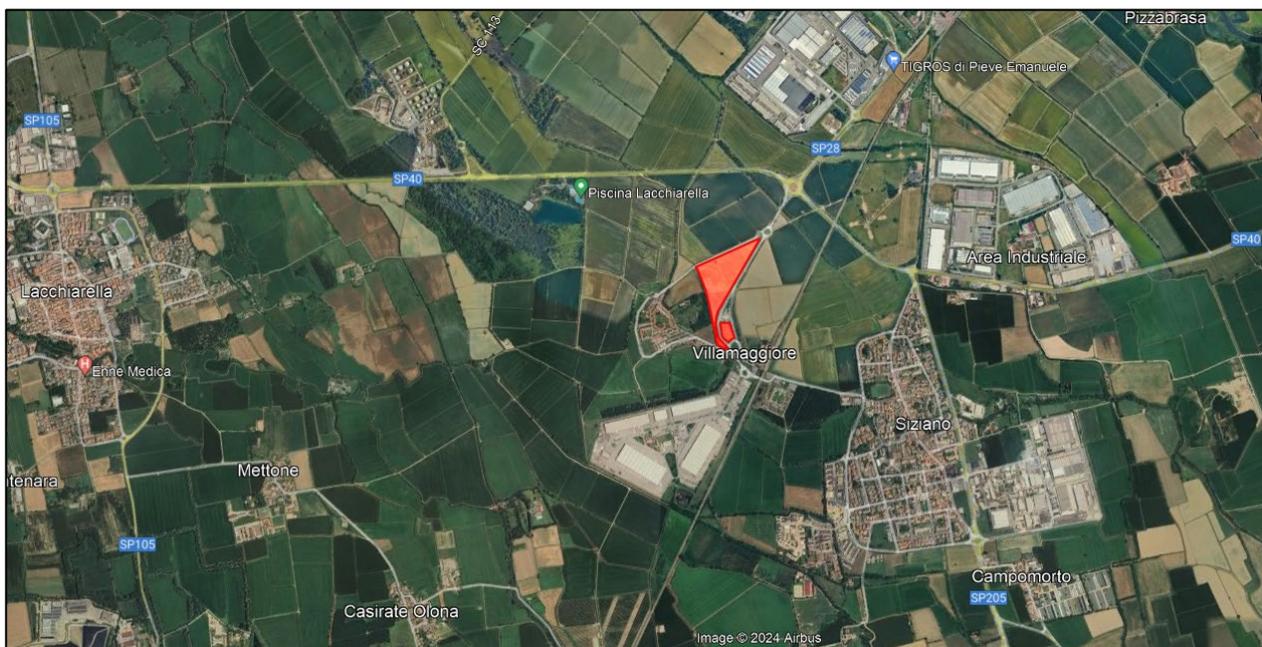


Figura 1 – Ortofoto di inquadramento dell'area di progetto.



Figura 2 – Ortofoto di inquadramento dell'area di progetto.

Ai confini dell'area si individuano:

- A Nord la Via per Santa Maria oltre la quale si estendono terreni agricoli fino alla SP40 e oltre l'area industriale di Pieve Emanuele;
- A Est la via Cascina Nuova oltre la quale sono presenti campi agricoli fino alla linea ferroviaria Milano-Pavia;
- A Ovest un'area edificata dismessa e la frazione Villa Maggiore, a sua volta circondata da campi agricoli;
- A Sud la rotatoria di collegamento tra Via Cascina Nuova e Via della Stazione oltre la quale si trova il Milano Logistic Center, un grande polo logistico che vede presenti più realtà industriali logistiche.

Il sito di interesse è indicato nelle seguenti ortofoto di inquadramento.

L'accesso al cantiere avverrà da via Cascina Nuova. Sulla base delle informazioni fornite dai progettisti, il materiale escavato sarà stoccato temporaneamente nelle aree a verde in attesa del suo riutilizzo mentre gli aggregati riciclati verranno scaricati in aree interne che non interferiscano con le altre attività previste. In Figura 3 si indicano le aree di stoccaggio previste all'interno del sito.



Figura 3 – Layout di cantiere.

**CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA**

Le caratteristiche meteorologiche dell'area sono state definite sulla base dei dati registrati nel 2023 da ARPA Lombardia presso le centraline di:

- Lacchiarella, situata in Via Molise, a circa 4 km di distanza dal sito in direzione Ovest;
- Corsico, situata in Viale Italia, a circa 14 km di distanza dal sito in direzione Nord-ovest;
- Abbiategrasso, situata in Strada Casalina, a circa 20 km di distanza dal sito in direzione Ovest.

Il software MMS CALINE, utilizzato nello studio come descritto in seguito, richiede che siano fornite in input le serie annuali con passo temporale orario dei parametri elencati di seguito:

1. Classe di stabilità atmosferica (secondo Pasquill A, B, C, D, E, F+G);
2. Altezza di inversione (m);
3. Temperatura (K);
4. Velocità del vento (m/s);
5. Direzione del vento (gradi da Nord);
6. Rateo di precipitazione (mm/h);
7. Forza dell'inversione;
8. Deviazione standard sulla direzione del vento (gradi);
9. Friction velocity (m/s);
10. Lunghezza di Monin-Obuchov (m).

I parametri di interesse effettivamente misurati dalle centraline ARPA considerate sono:

1. Temperatura (°C) rilevata dalla stazione di Lacchiarella;
2. Velocità del vento (m/s) rilevata stazione di Lacchiarella;
3. Direzione del vento (gradi da Nord) rilevata stazione di Lacchiarella;
4. Rateo di precipitazione (mm/h) rilevata stazione di Corsico;
5. Radiazione Solare Globale (W/m<sup>2</sup>) rilevata stazione di Abbiategrasso.

Si fa notare che non essendo presenti, presso la centralina ARPA di Lacchiarella, i dati relativi alla precipitazione ed alla radiazione solare, si è fatto riferimento alle centraline utili più vicine, ovvero rispettivamente alle Centraline ARPA Lombardia di Corsico a Abbiategrasso, le quali si ritengono comunque sufficientemente vicine alla area di studio da essere ragionevolmente rappresentative delle condizioni presenti nel sito in esame.

Inoltre i parametri di velocità e direzione del vento, utili alla costituzione della rosa dei venti applicata, sono relativi alla Centralina di Lacchiarella e pertanto la distribuzione spaziale degli inquinanti è caratterizzata dalle condizioni meteo reali dell'area in esame.

I parametri non misurati sono indirettamente determinabili a partire da quelli monitorati. In particolare, conoscendo la velocità del vento e la radiazione solare globale/netta è possibile determinare la classe di stabilità atmosferica nelle ore diurne come riportato in Tabella 1, e nelle ore notturne come riportato in Tabella 2.

Tabella 1 - Determinazione della classe di stabilità atmosferica nelle ore diurne

Vento (m/s)	Radiazione Solare Globale (W/m <sup>2</sup> )					
	> 700	700 ÷ 540	540 ÷ 400	400 ÷ 270	270 ÷ 140	< 140
< 2	A	A	B	B	C	D
2 ÷ 3	A	B	B	B	C	D
3 ÷ 4	B	B	B	C	C	D
4 ÷ 5	B	B	C	C	D	D
5 ÷ 6	C	C	C	C	D	D
> 6	C	C	D	D	D	D

Tabella 2: determinazione della classe di stabilità atmosferica nelle ore notturne

Vento (m/s)	Radiazione Netta (W/m <sup>2</sup> )		
	> -20	-20 ÷ -40	< -40
< 2	D	F	F
2 ÷ 3	D	E	F
3 ÷ 5	D	D	E
5 ÷ 6	D	D	D
> 6	D	D	D

Infine, conoscendo la classe di stabilità atmosferica è possibile determinare i parametri restanti come riportato in Tabella 3.

Tabella 3: determinazione dei parametri meteorologici in funzione della classe di stabilità atmosferica

Classe di stabilità	Altezza di inversione (m)	Deviazione standard sulla direzione del vento (° da Nord)	Friction velocity (m/s)	Lunghezza di Monin-Obuchov (m)	Forza dell'inversione
A	1500	50	0,15	-2	0
B	1500	30	0,2	-10	0
C	1000	20	0,4	-100	0
D	500	20	0,5	10000	0
E	10000	15	0,2	100	0
F+G	10000	15	0,1	10	0

È opportuno sottolineare che, per quanto riguarda le ore notturne, non essendo disponibili i dati relativi alla Radiazione Netta, si è assunta la classe di stabilità atmosferica "D".

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti relativa al sito di interesse ottenuta con i valori relativi alla stazione meteo di Lacchiarella. Si osserva che i venti provengono principalmente da ESE e da WNW.

I dati relativi a precipitazioni e temperature sono invece riportati in Figura 5. Nel 2023, nell' area di interesse, i mesi più piovosi sono stati luglio, ottobre, novembre e maggio.

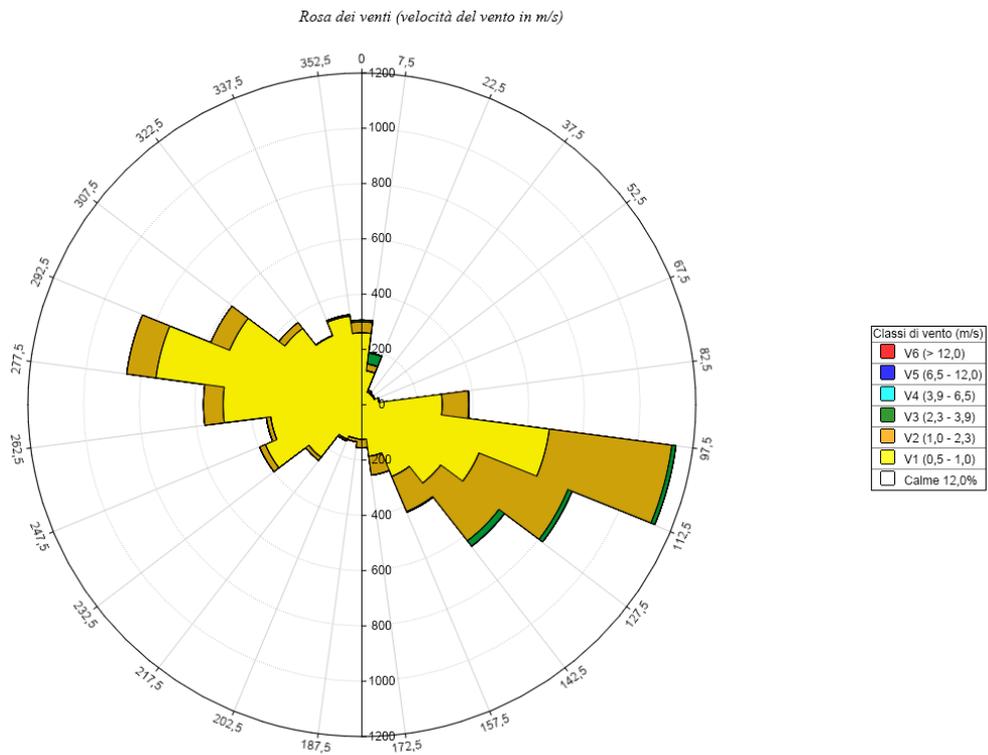
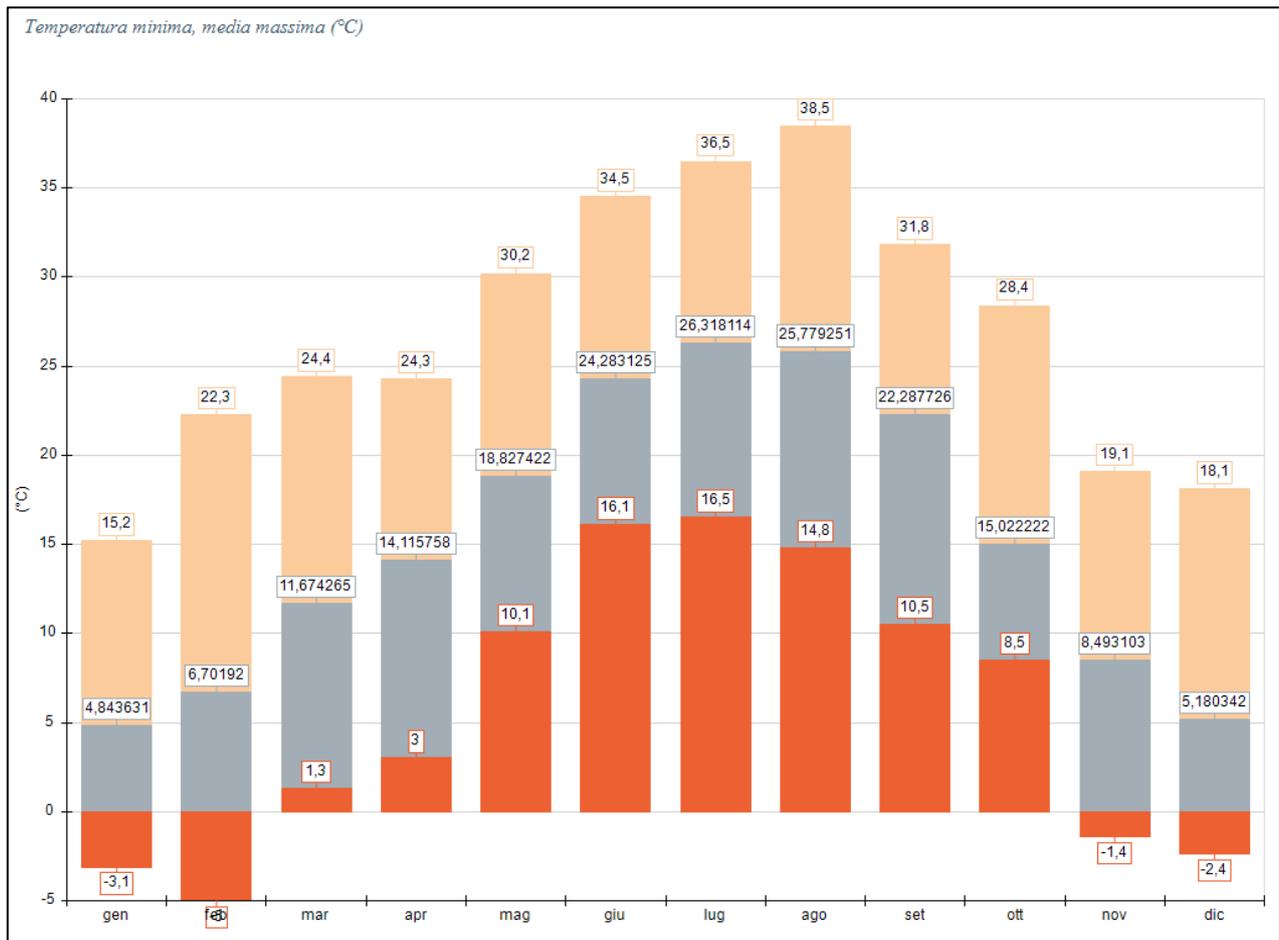


Figura 4 - Rosa dei venti annuali relativa all'area di interesse (anno 2023).



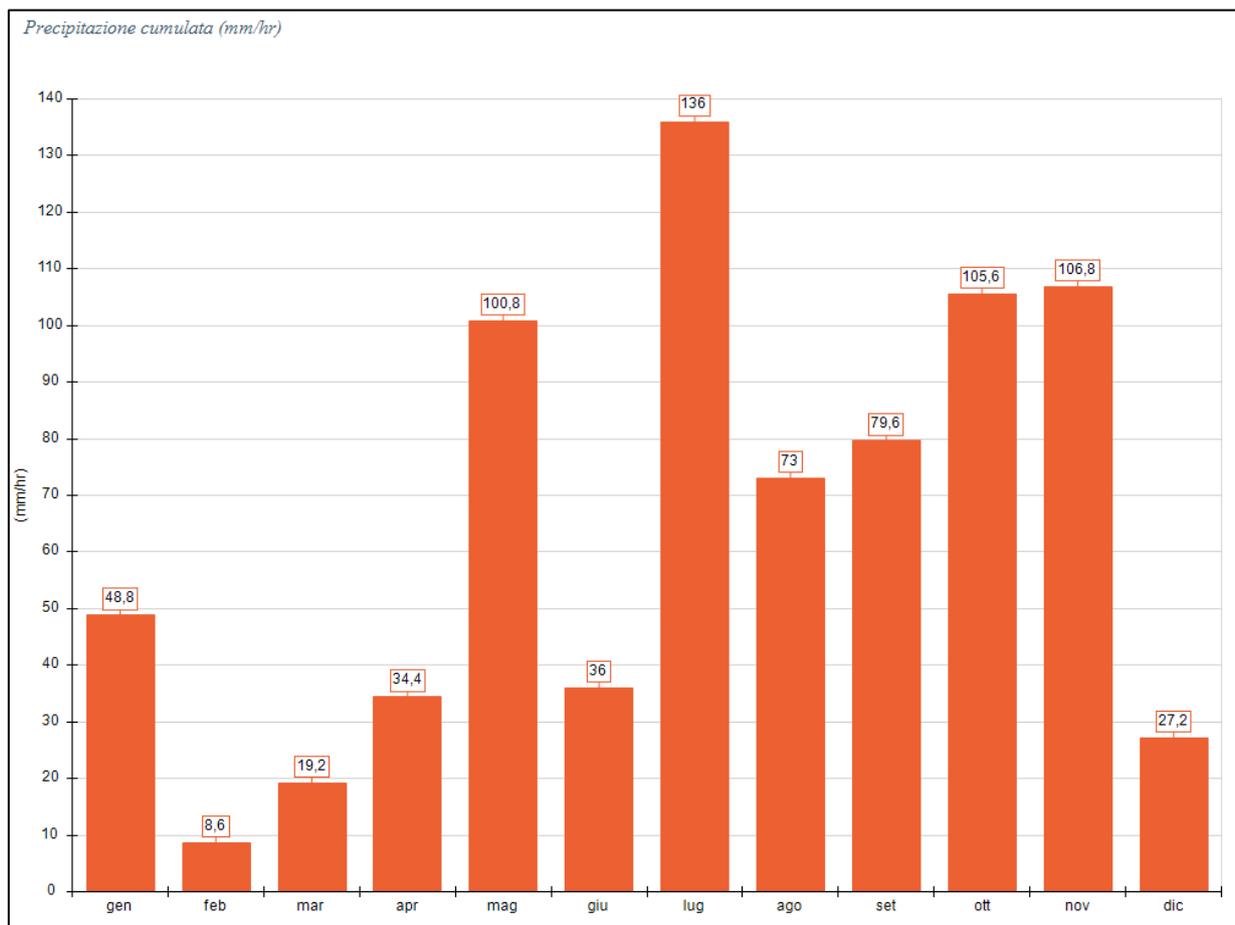


Figura 5 - Istogramma delle temperature e delle precipitazioni relativi all'area di interesse.

## 2.3

### QUALITÀ DELL'ARIA LOCALE

La valutazione della qualità pregressa dell'aria nella zona oggetto di intervento è stata effettuata sulla base dei dati pubblicati da ARPA Lombardia e relativi alle stazioni fisse di monitoraggio presenti sul territorio.

L'analisi è stata svolta per gli stessi inquinanti considerati nella modellizzazione. L'anno di riferimento dell'analisi è il 2023.

Dal momento che non sono presenti centraline ARPA per il rilevamento della qualità dell'aria all'interno del comune di Lacchiarella, si è fatto riferimento alle stazioni ARPA presenti nelle vicinanze. In particolare, sono state utilizzate:

- per PM10 e NO2, la stazione di Tavazzano con Villavesco, sita in via Cascina Bagnolo a circa 16 km di distanza dal sito in esame in direzione est. La stazione è classificata di fondo suburbano e, per tale motivo, si considera, tra le stazioni presenti nelle vicinanze, la più rappresentativa della natura dei luoghi dove si instaurerà il nuovo sito;
- per PM2.5 e benzene, non monitorati nella stazione di Tavazzano, è stata considerata la stazione di Pavia via Folperti. La stazione si trova a circa 14,5 km di distanza dal sito in esame in direzione sud. È una stazione classificata di fondo urbano;
- per il CO, non monitorato nelle precedenti stazioni, si è considerata la stazione di Pavia piazza Minerva. La stazione si trova a circa 15,5 km di

distanza dal sito in esame in direzione sud. È una stazione classificata di traffico urbano.

I risultati dell'indagine sono riportati in Tabella 4.

Tabella 4 - Dati sulla qualità dell'aria rilevati dalla stazione ARPA

	Periodo di mediazione	Valore limite D.Lgs.155 13/05/10	Valore delle concentrazioni rilevate da ARPA
<b>PARTICOLATO - PM10</b>			
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	<b>50 mg/m<sup>3</sup></b> <b>Max 35 sup./anno</b>	Max Media giornaliera: <b>82,0 mg/m<sup>3</sup></b> Superamenti annui: <b>28</b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	<b>40 mg/m<sup>3</sup></b>	Media annuale: <b>28,17 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>BIOSSIDO DI AZOTO - NO<sub>2</sub></b>			
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	<b>200 mg/m<sup>3</sup></b> <b>Max 18 sup./anno</b>	Max Media 1 h: <b>99,1 mg/m<sup>3</sup></b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	<b>40 mg/m<sup>3</sup></b>	Media annuale: <b>20,06 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>MONOSSIDO DI CARBONIO - CO</b>			
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	Max Media 8h: <b>2,825 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>BENZENE - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>			
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>	Media annuale: <b>0,6 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>PARTICOLATO - PM2.5</b>			
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>	Media annuale: <b>18,7 µg/m<sup>3</sup></b>

Dall'analisi dei dati riportati in Tabella 4 non emergono particolari situazioni di criticità per nessuno degli inquinanti considerati.

---

### 3. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' DI CANTIERE E QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI

#### 3.1 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PREVISTE NELLA FASE 1 DEL CANTIERE

Nella prima fase del cantiere si prevede di effettuare lo scotico superficiale del terreno che presenta proprietà geotecniche non adeguate, di livellare l'area e creare un fondo dalle proprietà geotecniche adeguate e di realizzare gli scavi per le fondazioni degli edifici.

Si prevede, nel complesso, di rimuovere circa 65.000 mc di terreno che saranno riutilizzati interamente all'interno del cantiere e di posare circa 55.000 mc di aggregati riciclati e 5.500 mc di stabilizzato.

Tali attività richiederanno complessivamente circa 120 gg lavorativi. Al fine di contenere la durata del cantiere si prevede di svolgere le varie fasi di scavo e riempimento in contemporaneo, in aree differenti del cantiere.

Per tali attività verranno ragionevolmente utilizzati i seguenti mezzi:

- 1 escavatore da 210q;
- 1 escavatore da 110q;
- 1 escavatore da 50q;
- 1 pala gommata;
- 1 rullo gommato;
- 1 asfaltatrice.

Le caratteristiche dei mezzi sono fornite dalla committenza e ricavate dalle schede tecniche dei mezzi.

#### 3.2 QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI DIFFUSE IN FASE DI CANTIERE

##### 3.2.1 *Emissioni da attività di scavo e rimodellamento dell'area*

Per la stima delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere si fa riferimento alle linee guida emesse da ARPA Toscana “Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”.

Tali linee guida riprendono dati e modelli dell'US-EPA contenuti nel documento AP-42 “Compilation of air pollutant emission factors”; in particolare fanno riferimento alle seguenti operazioni su materiali polverulenti:

- processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale e all'attività di agglomerazione del materiale (attività AP-42.11.19.2)
- scotico e sbancamento del materiale superficiale (attività AP-42 13.2.3)
- formazione e stoccaggio di cumuli (attività AP-42 13.2.4)
- erosione del vento dei cumuli (attività AP-42 13.2.5)
- transito di mezzi su strade non asfaltate (attività AP-42 13.2.2)
- utilizzo di mine e esplosivi (attività AP-42 11.9).

Per ognuna delle macro attività sopra elencate vengono identificate specifiche operazioni, identificate dal codice SCC, caratterizzate ciascuna dal proprio fattore di emissione.

---

Le attività condotte durante la fase 1 del cantiere che si ritiene possano dar luogo all'emissione di polveri di natura diffusa e che sono state valutate nella presente relazione sono:

- attività di sbancamento e scavo del terreno;
- attività di movimentazione del terreno escavato nell'area di utilizzo, eventualmente previo stoccaggio intermedio, mediante pala meccanica (transito del mezzo su strada non asfaltata). Sulla base delle informazioni fornite dai progettisti, la terra escavata sarà in parte riutilizzata immediatamente in altre parti del sito e in parte sarà temporaneamente stoccata per essere riutilizzata in un secondo momento;
- emissioni di polveri dai cumuli di terra in stoccaggio;
- stesura della terra nell'area di riutilizzo;
- scarico degli aggregati nell'area di stoccaggio;
- emissione di polveri dai cumuli di aggregati riciclati in fase di stoccaggio;
- movimentazione degli aggregati verso le aree di utilizzo mediante pala meccanica (transito del mezzo su strada non asfaltata);
- scarico e stesura degli aggregati riciclati.

Di seguito si quantificano le emissioni di polveri associate a ciascuna delle attività sopra identificate.

➤ Escavazione del terreno

Per la quantificazione dell'emissione diffusa di polveri dell'attività di sbancamento ed escavazione del terreno si fa riferimento, come suggerito dalle linee guida ARPA Toscana, al fattore di emissione associato all'attività SCC 3-05-027-60 *Sand handling, transfer and storage*, pari a  $3,9 \cdot 10^{-4}$  kg di PM10 per tonnellata di terreno escavato.

Assumendo di utilizzare due escavatori da 120q e 110q con benna da 2 mc, si calcola la produttività media degli escavatori, ossia il volume di terreno escavato mediamente in un'ora, con la seguente espressione:

$$P \left( \frac{m^3}{h} \right) = V * \frac{r}{s} * \frac{3600}{T_c} * f * \alpha * \beta * \gamma$$

con

V= volume al colmo della benna;

r= coefficiente di riempimento della benna;

f= coefficiente di rendimento del cantiere;

s= coefficiente di rigonfiamento del terreno;

$\alpha$  = coefficiente rotazione della cabina.

$\beta$  = coefficiente di comparazione della benna

$\gamma$  = coefficiente di profondità di scavo

Tc= tempo del ciclo

Assumendo, per il caso in esame, i seguenti valori:

r= 100% (terreno vegetale)

s= 1,2 (terreno vegetale)

$\alpha$ = 1 (90°C)

$\beta$ = 0,8 (benna rovescia)

$\gamma$  =1 in quanto l'altezza massima di scavo è ricompresa nel range ottimale dell'escavatore

Tc= 60 secondi (tempo medio per escavatori di grandi dimensioni)

F= 0,5 (valore cautelativo che tiene conto delle interferenze presenti nei cantieri)

si ottiene una produttività media di un escavatore di 40 mc/h, 80mc/h per la coppia, a cui corrisponde una massa di terreno escavato in un'ora pari a 136t (densità del terreno pari a 1,7 t/mc).

**L'emissione oraria di PM10 associata a tale attività risulta, dunque, pari a 53,04 g/h.**

Si fa presente che, sulla base di questi dati, assumendo che gli escavatori siano in funzione per 8 ore/giorno, le attività di scavo richiederebbe complessivamente 101 giorni. La produttiva oraria stimata è dunque coerente con i dati di durata del cantiere forniti dai progettisti.

Tabella 5 – Valori del fattore r in funzione del tipo di terreno

Tipologia di substrato	Fattore "r"
Terreno vegetale e sabbia argillosa	100 – 110 %
Sabbia e inerti	95 – 110 %
Argilla dura	80 – 90 %
Roccia molto fratturata	60 – 75 %
Roccia poco fratturata	40 – 60 %

Tabella 6 – Valori del fattore s in funzione del tipo di terreno

Tipologia di substrato	Fattore "s"
Roccia fratturata	1.5 – 2.0
Ghiaia	1.0 – 1.1
Argilla	1.25 – 1.4
Sabbia	1.0 – 1.3
Terreno vegetale	1.1 – 1.3

Tabella 7 – Valori del fattore  $\alpha$  in funzione dell'angolo di rotazione

Angolo di rotazione	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
$\alpha$ [gradi]	1.26	1.16	1.07	1.0	0.88	0.79	0.71

Tabella 8 – Valori del fattore  $\beta$  in funzione del tipo di escavatore

Tipologia di mezzo	Fattore “ $\beta$ ”
Escavatore a benna dritta	1.0
Escavatore a benna rovescia	0.8
Escavatore a benna mordente	0.4
Escavatore a benna trascinata	0.75

➤ Trasporto della terra escavata al sito di riutilizzo, eventualmente previo stoccaggio intermedio

Il terreno escavato sarà temporaneamente accantonato a lato scavo e quindi trasportato direttamente nell’area di riutilizzo mediante pala meccanica oppure sarà trasportato prima verso l’area di stoccaggio e quindi, in un secondo momento, sarà prelevato dallo stoccaggio e trasportato nell’area di utilizzo. Si ipotizza di utilizzare per la movimentazione della terra una pala gommata con pala di volume pari a circa 5 mc.

Tenendo conto della conformità dell’area di cantiere, si stima che la distanza tra l’area di scavo e quella di riutilizzo/deposito terre escavate sia in media pari a 70 m. Si assume che il percorso avvenga per la totalità su piste sterrate.

L’emissione di PM10 dalla movimentazione di mezzi su strade non asfaltate viene quantificata, come descritto nel capitolo 13.2.2 *Unpaved roads* dell’AP-42, secondo la formula:

$$FE \left( \frac{kg}{km} \right) = 0.423 * \left( \frac{s}{12} \right)^{0,9} * \left( \frac{W}{3} \right)^{0,45}$$

con:

s= contenuto di limo nel suolo (%)

W= peso medio del veicolo (t).

Nella Carta dei suoli della Regione Lombardia, il suolo dell’area di indagine è classificato con tessitura Franco-Sabbiosa (FS), di conseguenza si assume che il materiale che costituirà le piste di cantiere abbia un contenuto di limo del 20%. Sulla base delle informazioni reperite sui siti dei venditori, si assume che una pala meccanica con benna da 5 mc abbia un peso medio di 19,5 t. Il FE risulta pari a 1,55 kgPM10/km percorso.

Considerando che gli escavatori hanno ciascuno una produttività oraria di 40 mc di terreno, ne deriva che saranno necessari circa 16 viaggi/ora per trasportare tutto il materiale escavato all’area di stoccaggio/utilizzo.

Il tratto che ogni mezzo percorrerà su strada sterrata è pari a circa 70 m (35 m di andata e 35 m di ritorno), dunque in un’ora il mezzo percorre su pista sterrata circa 1,12 km. L’emissione in fase di trasporto risulta pari a **1.736 g/h di PM10**.

Allo stesso modo è stata calcolata l'emissione di PM2.5, attribuendo alla formula sopra riportata il relativo coefficiente " $k_i$ " = 0.0423. Da ciò si ottiene un'emissione di PM2.5 pari a 0,156kg/km che rapportata ai km percorsi dei mezzi è uguale a **175 g/h di PM2.5**

Le linee guida ARPA Toscana forniscono un fattore di attenuazione dell'emissione diffusa di polveri pari al 75% qualora le piste siano mantenute bagnate.

Al fine di contenere le emissioni diffuse di polvere durante il cantiere, le piste saranno mantenute bagnate. In tale condizione operativa, l'emissione diffusa di polveri dalla fase di trasporto si riduce a **434 g/h per il PM10 e 43,8g/h per il PM2.5.**

Ragionevolmente si assume che le attività di trasporto del materiale escavato nell'area di stoccaggio/utilizzo siano svolte in contemporanea all'attività di scavo, per una durata di 8 ore al giorno.

➤ Formazione e stoccaggio dei cumuli di terra

Una volta raggiunta l'area di stoccaggio, il mezzo scaricherà il proprio contenuto sul terreno formando un cumulo.

L'emissione di polvere associata alla formazione del cumulo e alla presenza di materiale stoccato all'aperto esposto ai venti può essere descritta tramite il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 "*Aggregate Handling and Storage piles*" dell'AP-42.

$$FE \left( \frac{kg}{t} \right) = k_i * 0.0016 * \frac{\left( \frac{u}{2.2} \right)^{1.3}}{\left( \frac{M}{2} \right)^{1.4}}$$

Con

$k_i$  = 0,35 per il PM10 e a 0,11 per il PM2.5;

$M$  = contenuto medio di umidità (%) nel materiale stoccato;

$u$  = velocità del vento nell'area di analisi.

Per quanto riguarda il contenuto di umidità nel terreno, si assume un valore del 4%. Tale valore è stato assunto considerando che la durata dello stoccaggio sarà tendenzialmente breve e che, in presenza di clima asciutto e caldo, saranno utilizzati sistemi di umidificazione per il contenimento delle polveri.

Per quanto riguarda la velocità del vento, sulla base dei dati meteo riportati nel capitolo 2.2, si assume un valore medio pari a 0,65 m/s.

Ne deriva un FE pari a:  $4,3 * 10^{-5}$  g/t per il PM10 e  $1,36 * 10^{-5}$  g/t per il PM2.5.

Si prevede di scaricare su cumuli lineari di 136 t di terra all'ora per un totale di 8 ore al giorno. Durante tale attività si genererà un'emissione di polvere pari a **0,0059 g/ora per il PM10** e di **0,0018 g/ora per il PM2.5.**

➤ Scarico e stesura delle terre di scavo

Si ipotizza che il materiale venga steso sulle pavimentazioni mediante pala meccanica. Per quantificare le emissioni di polvere da tale fase si fa riferimento all'attività CSS 3-05-010-42 *Truck unloading - bottom dump-overburden*; difatti il database AP-42 identifica tale attività proprio con la stesura di materiali sul terreno, come rappresentato in Figura 6.

Si fa presente che le linee guida di ARPA Toscana non riportano FE relativi alle attività di rullatura del materiale.

Per quanto riguarda le terre portate direttamente nell'area di utilizzo, la loro stesura avverrà contestualmente allo scarico, quindi in contemporanea rispetto alle attività di scavo. Per quanto riguarda, invece, le terre che saranno sottoposte stoccaggio intermedio, la loro stesura avverrà probabilmente in un secondo momento, a scavi conclusi. Ad ogni modo, cautelativamente, si assume che tutto il materiale venga steso in contemporanea alle attività di scavo. Assumendo di stendere 136 t/ora di terra, ne deriva un'emissione di **PM10 pari a 68 g/h.**



**Unloading Bottom dump truck**

*Figura 6 -Attività di Unloading bottom dump truck (fonte: linee guida ARPA Toscana)*

➤ Scarico aggregati a terra

Gli aggregati in arrivo dal produttore saranno scaricati nell'area di stoccaggio limitrofa all'ingresso del cantiere. Per tale attività si fa riferimento al FE previsto dall'EPA per l'attività SCC 3-05-010-42 *Truck unloading: bottom dump-overburden*, pari a  $5 \cdot 10^{-4}$  kg/t.

Sono previsti 5 camion con capacità di carico di 24t ciascuno che effettueranno 4 viaggi/giorno. Pertanto ogni ora sono previsti un massimo di 3 mezzi in ingresso, per un totale di 72 t/h di aggregati scaricati. Ne deriva un'emissione di **36 g/h di PM10.**

I conferimenti saranno attivi per circa 8 ore al giorno.

---

➤ Stoccaggio degli aggregati in cumulo

Si assume che nell'area di stoccaggio venga formato un solo cumulo di aggregati costituito dell'insieme degli scarichi giornalieri.

Le emissioni di polveri durante la fase di stoccaggio vengono calcolate come precedentemente illustrato per lo stoccaggio delle terre, sulla base del fattore di emissione previsto per l'attività AP42.13.2.4. Assumendo che gli aggregati in ingresso abbiano umidità del 4%, si ottiene un FE pari a:  $4,3 \cdot 10^{-5}$  g/t per il PM10 e  $1,36 \cdot 10^{-5}$  g/t per il PM2.5.

Durante i conferimenti, ogni un'ora vengono depositati sul cumulo 72 t di nuovi aggregati, causando un risollevarimento pari a **0,0031 g/h di PM10 e 0,00097 g/h di PM 2.5**. Tale emissione viene cautelativamente estesa anche al resto della giornata, quando i cumuli saranno esposti all'azione del vento ma non saranno movimentati.

➤ Trasporto degli aggregati nell'area di utilizzo

Il trasporto degli aggregati all'interno del cantiere sarà condotto mediante pala meccanica. Si assume di utilizzare per tale operazione la stessa pala meccanica con benna da 5 mc utilizzata per la movimentazione della terra escavata.

La pala sarà usata anche per la stesura del materiale. Sulla base delle informazioni fornite dai progettisti, si assume che la pala sia in grado di stendere 72 t di aggregati in un'ora. Per fare ciò dovrà effettuare circa 8,5 viaggi/ora. Anche in questo caso, si stima un viaggio medio di 70 m a tratta.

In assenza di sistemi di abbattimento, l'emissione di polvere dalle piste di cantiere ammonterebbe a 922 g/h per il PM10 e 92 g/h per il PM2.5.

Al fine di limitare l'impatto del cantiere sulla qualità dell'aria, si provvederà a mantenere le piste bagnate; in tali condizioni, ci si attende un'emissione di polveri quantificabile in circa **230 g/h per il PM10 e 23 g/h per il PM2.5**.

Ipotizzando un utilizzo della pala di 8 ore/giorno, saranno necessari circa 95 giorni di lavoro per utilizzare tutti gli aggregati conferiti in cantiere.

➤ Stesura degli aggregati

Si ipotizza che il materiale venga steso sulle pavimentazioni mediante pala meccanica. Per quantificare le emissioni di polvere da tale fase si fa riferimento all'attività CSS 3-05-010-42 *Truck unloading - bottom dump-overburden*, già utilizzata per le precedenti attività di scarico delle terre.

Si prevede che in un'ora vengano stese 72 t di aggregati. L'emissione di polveri associata a tale fase del processo ammonta, dunque, a **36 g/h di PM10**.

➤ Emissione complessiva di PM10 e PM2.5 a seguito delle attività di scavo e movimentazione terra/aggregati

Considerando i macchinari che saranno disponibili in cantiere, si ritiene che non tutte le attività potranno essere eseguite in contemporaneo, tuttavia a titolo cautelativo si simulerà la contemporaneità delle attività e delle conseguenti emissioni.

In Tabella 9 si riassumono le emissioni di PM10 e PM2.5 attese per ogni attività e la durata ipotizzate per ogni attività. Si ritiene che, con l'eccezione delle attività di stoccaggio, tutte le altre attività abbiano luogo solo in periodo diurno.

Nella situazione peggiore, ci si attende un'emissione oraria diurna di circa **857,0 gPM10/h e 66,8 gPM2.5/h.**

In periodo notturno, le uniche emissioni saranno associate alla presenza di cumuli in stoccaggio ed all'azione del vento su di essi, Per tale aspetto si associa un'emissione pari a circa **0,009 g PM10/h e 0,003 g PM2.5/h.**

Tabella 9 – Emissione diffusa di PM10 e PM2.5 dalle fasi di scavo e movimentazione terra e aggregati.

Attività	emissione di PM10 (g/h)	emissione di PM2.5 (g/h)	durata attività (ore/giorno)
scotico ed escavazione terra	53,04	-	8
trasporto terra all'interno del sito	434	43,8	8
Formazione e stoccaggio dei cumuli di terra	0,0059	0,0018	24
Scarico e stesura delle terre di scavo	68	-	8
Scarico aggregati a terra	36	-	8
Stoccaggio degli aggregati in cumulo	0,0031	0,00097	24
Trasporto aggregati all'interno del sito	230	23	8
Stesura degli aggregati	36	-	8
<b>tot emissione oraria attività in periodo diurno</b>	<b>857,049</b>	<b>66,80277</b>	8
<b>tot emissione oraria in periodo notturno</b>	<b>0,009</b>	<b>0,00277</b>	24
<b>tot emissione attività in periodo diurno</b>	<b>6856,39 g/8h</b>	<b>534,42 g/8h</b>	
<b>tot emissione in periodo notturno</b>	<b>0,216 g/24h</b>	<b>0,066 g/24h</b>	

### 3.2.2

#### *Emissione di PM10, NOx e CO da mezzi di cantiere*

Sulla base delle informazioni fornite dai progettisti, saranno utilizzati in cantiere i seguenti mezzi per i quali è possibile fornire alcune indicazioni di massima circa le caratteristiche dei mezzi adottati:

- 1 escavatore da 210q motore diesel con potenza di 150 kW;
- 1 escavatore da 110q motore diesel con potenza di 90 kW;
- 1 escavatore da 50q: motore diesel con potenza di 35 kW;
- 1 pala gommata: motore diesel con potenza di 180 kW;
- 1 rullo gommato: motore diesel con potenza di 120 kW;
- 1 asfaltatrice: motore diesel con potenza di 170 kW.

Cautelativamente si assume che tali mezzi operino in modalità continua e contemporanea per circa 8 ore al giorno.

Per la quantificazione delle emissioni prodotte dai mezzi operanti all'interno dell'area di si è agito con riferimento ai limiti di emissione previsti dal Regolamento Europeo 2016/1628 per i motori termici delle macchine non stradali.

I suddetti mezzi rientrano tutti nella categoria NRE e Fase V di conseguenza in relazione alla potenza del motore espressa in kW, ricavata dalle schede tecniche di macchinari, si definiscono i parametri emissivi di seguito riportati:

Mezzo	potenza	FE PM10* g/kWh	FE NOx g/kWh	FE CO g/kWh
escavatore	150	0,015	0,40	3,50
escavatore	90	0,015	0,40	5,0
escavatore	35	0,015	4,7	5,0
pala gommata	180	0,015	0,40	3,50
rullo gommato	120	0,015	0,40	5,0
asfaltatrice	170	0,015	0,40	3,50

\* Il F.E. del particolato totale è assunto cautelativamente come fosse tutto PM10.  
Tabella 10- Fattori di Emissione oraria delle macchine operatrici in cantiere.

Moltiplicando i fattori di emissione per il numero di mezzi operativi e, in maniera cautelativa, considerando la totalità dei mezzi attiva per tutta la durata del cantiere, si ottiene una stima delle emissioni generate dalle macchine del cantiere stesso.

Mezzo	potenza	Emissione PM10* g/h	Emissione FE NOx g/h	Emissione FE CO g/h
escavatore	150	2,25	60	525
escavatore	90	1,35	36	450
escavatore	35	0,525	164,5	175
pala gommata	180	2,7	72	630
rullo gommato	120	1,8	48	600
asfaltatrice	170	2,55	68	595
<b>TOTALE</b>		<b>11,17</b>	<b>448,5</b>	<b>2.975,0</b>

\* Il F.E. del particolato totale è assunto cautelativamente come fosse tutto PM10.  
Tabella 11- Emissione oraria delle macchine operatrici in cantiere.

Dalla tabella sopra riportata si ricava che in un'ora continua di attività, tali mezzi emetteranno complessivamente 11,17 g di PM10 e 448,5 g di NOx e 2.975g di CO.

Tale emissione viene considerata alla stregua di un'emissione diffusa areale, in quanto i mezzi saranno in movimento all'interno dell'area di cantiere.

### 3.3

#### QUANTIFICAZIONE DEL TRAFFICO INDOTTO

Il traffico veicolare indotto dal cantiere è stato stimato sulla base delle indicazioni del committente.

Il conferimento degli aggregati necessari per il livellamento dell'area comporterà l'accesso al sito di 5 camion, che effettueranno 4 viaggi/giorno. Pertanto ogni ora sono previsti un massimo di 5 bilici/ora 3 in ingresso e 2 in uscita.

L'accesso dei bilici al cantiere si svolgerà nell'arco di circa 8 ore giorno. Si stima che saranno necessari circa 115 giorni lavorativi per conferire tutti gli aggregati necessari. Cautelativamente si estende tale traffico a tutta la durata del cantiere.

Si assume che l'ingresso al cantiere sia alle ore 8:00 e l'uscita alle ore 17:00.

L'accesso al cantiere avverrà da via Cascina Nuova; si ipotizza che tutto il traffico in ingresso/uscita dal cantiere provenga/si diriga da/verso la SP 40 fino al casello di Melegnano sulla A1. (Figura 7)

In Tabella 12, si riporta la stima dei veicoli indotti transitanti complessivamente nei tratti stradali di interesse a seguito del cantiere in oggetto. I dati fanno riferimento all'orario più critico, identificato tra le 17:15 e le 18:15.

<b>Tratto stradale</b>	<b>Indotto veicoli commerciali pesanti</b>
Via Cascina Nuova	5
SP 40 – tratto est	5

*Tabella 12- Veicoli pesanti indotti dall'attività di cantiere.*

Le caratteristiche delle strade coinvolte dal traffico indotto dal cantiere sono riportate in allegato.

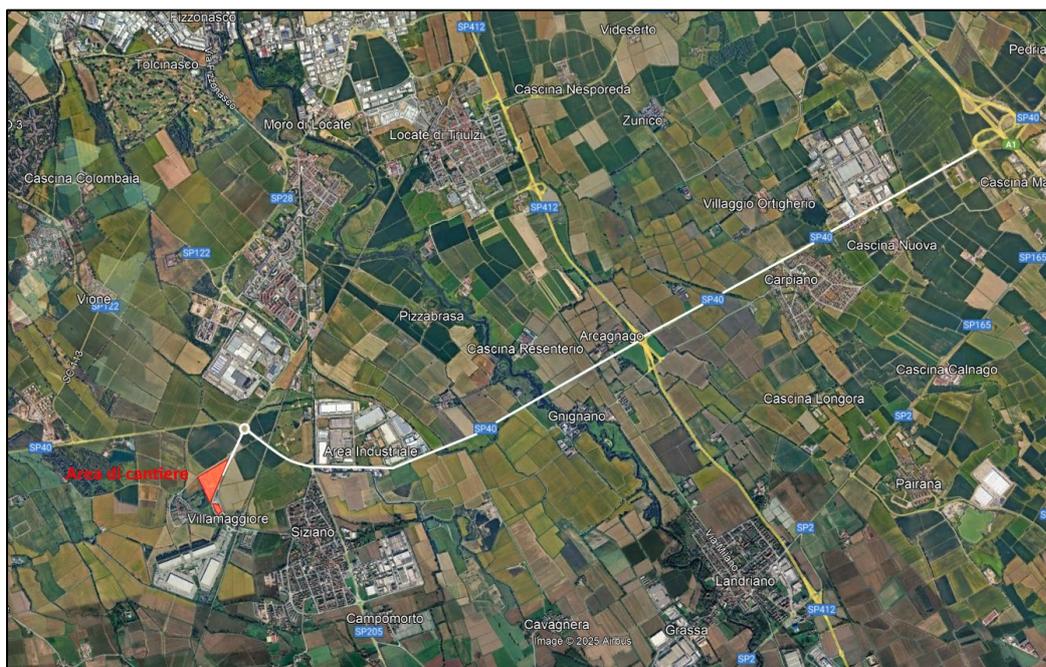


Figura 7 – Viabilità interessata dal traffico indotto dal cantiere.

### 3.4

#### QUANTIFICAZIONE DELLE EMISSIONI ASSOCIATE AL TRAFFICO INDOTTO

L'emissione di inquinanti dal traffico indotto dal cantiere è stata valutata con riferimento ai fattori di emissione (FE) medi da trasporto stradale pubblicati dall'ISPRA nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale SINA. Gli ultimi dati disponibili fanno riferimento al parco auto nazionale del 2021. L'analisi si è soffermata su PM10, PM2.5, NOx e CO in quanto ritenuti gli inquinanti maggiormente significativi. In Tabella 13 si riportano i FE relativi ai mezzi previsti.

Per quanto riguarda la tipologia di strada, per i tratti di interesse sono stati utilizzati i FE di emissione relativi alle strade extraurbane.

Tabella 13 - Fattori di emissione per tipologia di veicolo, ciclo di guida extraurbano, anno 2021 (dati ISPRA – database SINA)

Tipologia di veicolo	FE STRADE EXTRAURBANE (mg/veicolo/km)			
	PM10	NOx	PM2.5	CO
<b>Veicoli industriali pesanti &gt; 3.5 t</b>	0,144800	2,637500	0,09462	0,77285

4.

#### RICETTORI INTERESSATI DAL CANTIERE

La valutazione dell'impatto delle attività del cantiere di realizzazione del nuovo sito è stata effettuata presso 11 ricettori di natura residenziale o commerciale localizzati nei pressi del cantiere o lungo la viabilità interessata dal traffico indotto dal cantiere.

Ai fini della modellizzazione, tutti i ricettori sono stati considerati a quota 2 m dal piano campagna, indipendentemente dall'altezza effettiva dell'edificio. Tale scelta permette di porsi nella situazione più critica e rispetta quanto indicato dalle linee guida ARPA Lombardia "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera".



Figura 8 – Ricettori considerati nello studio di impatto sulla qualità dell'aria. In rosso il perimetro del cantiere

---

## 5. IMPATTO DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI E NOX DALLE ATTIVITÀ CONDOTTE IN CANTIERE

### 5.1 MATERIALI E METODI

#### 5.1.1 *Modello di calcolo WINDIMULA*

Per la determinazione delle concentrazioni di PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub> e CO in atmosfera dovute alle attività condotte presso il cantiere dell'area in progetto è stato utilizzato il software MMS WINDIMULA.

WINDIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni di diffusione di inquinanti in atmosfera in versione short-term. Il modello è inserito nell'elenco di quelli consigliati da APAT per la valutazione e gestione della qualità dell'aria.

Rispetto ai tradizionali modelli gaussiani, WINDIMULA integra il modello di Cirillo Poli per la valutazione della diffusione in atmosfera di inquinanti anche in presenza di situazioni di "calma di vento". È inoltre integrato un modello per il calcolo della deposizione secca e umida, realizzato con la collaborazione dell'ENEA.

Il modello permette di considerare sorgenti puntiformi (camini) e areali (sorgenti diffuse).

Nel caso specifico, in cantiere saranno presenti sorgenti esclusivamente di natura diffusa, le quali vengono modellizzate come sorgenti circolari caratterizzate dai seguenti parametri:

- posizione del centro;
- raggio;
- altezza di emissione;
- dispersione iniziale;
- valore di emissione totale per ogni inquinante emesso.

L'implementazione del modello richiede i seguenti dati in input:

- definizione del dominio di calcolo: è necessario definire l'ampiezza dell'area di analisi e la rugosità superficiale media dell'area. Questa può essere definita mediante la classificazione CORINE Land Cover elaborata da APAT;
- definizione dei recettori: il software definisce due tipologie di recettori:
  - i recettori discreti: sono inseriti manualmente dall'utente che ne definisce le coordinate; l'altezza sul livello del suolo (altezza alla quale viene calcolata la concentrazione dell'inquinante); la quota orografica, ossia l'altezza del recettore sul livello del mare (tale informazione è utilizzata solamente se nel progetto viene inserito un reticolo

---

orografico);

- i recettori posti sul reticolo cartesiano: sono definiti automaticamente dal software in corrispondenze dei punti del reticolo. Tali recettori possono essere eliminati, al fine di considerare esclusivamente i ricettori discreti. La risoluzione del cartesiano viene definito dall'utente che definisce l'estensione del reticolo, il numero di punti sul reticolo, la dimensione della cella, l'altezza di calcolo sul livello del suolo e la rugosità media del reticolo (generalmente considerata uguale a quella del dominio di calcolo)
- orografia dell'area: è un parametro facoltativo che permette di includere nel modello l'orografia locale. Essa viene rappresentata da un reticolo orografico, la cui dimensione può essere diversa da quella del reticolo cartesiano. Tale reticolo è generato con il software LAND USE a partire dalla DTM;
- presenza di edifici: è possibile considerare la presenza di edifici nelle vicinanze delle sorgenti e tenere conto degli eventuali effetti di *building downwash* (solo per sorgenti emissive puntuali). Gli edifici vanno inseriti fornendo le caratteristiche geometriche;
- dati meteorologici: i dati meteorologici minimi da fornire sono la classe di stabilità atmosferica, la temperatura dell'aria, la velocità del vento e la direzione di provenienza del vento. Altri dati utilizzabili sono l'altezza di inversione del gradiente termico in quota per le classi di stabilità A, B, C, D e la deviazione standard della direzione del vento, per il calcolo in caso di calma di vento. Qualora si scelgano opzioni di calcolo particolari, vengono richiesti altri dati meteorologici, tra i quali:
  - la precipitazione media per la valutazione della deposizione umida;
  - la forza dell'inversione, per la valutazione della penetrazione dei fumi nelle inversioni in quota;
  - la velocità di attrito e la lunghezza di Monin Obuchov, per il calcolo della deposizione;
- tipologia di inquinanti: il modello permette di considerare molti inquinanti, tra i quali il PM10, il PM2,5, il piombo, l'ozono, l'ammoniaca, il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il biossido di azoto, il metano, il monossido di carbonio, l'HNO<sub>3</sub>, gli odori. Fornisce inoltre la possibilità di modellizzare un inquinante a piacimento, inserendone le caratteristiche di diffusività molecolare in caso di inquinante gassoso e diametro medio in caso di particolato. È inoltre possibile fornire un valore di *Scavenging ratio* per valutare

---

la rimozione dell'inquinante ad opera della deposizione (precipitazioni);

- definizione delle sorgenti: come già indicato precedentemente è possibile distinguere tra sorgenti puntuali e sorgenti areali.

È, inoltre, possibile settare alcune impostazioni particolari per il modello:

- *approccio conservativo per il termine di riflessione in presenza di sedimentazione gravitazione*: il terreno non viene considerato completamente assorbente, ma al contrario si conserva il termine di riflessione anche quando la velocità di sedimentazione dell'inquinante è maggiore di zero;
- *considerazione del termine di decadimento*: permette di considerare l'effetto di decadimento dovuto a deposizione secca, effetti chimici o altra sulla concentrazione;
- *considerazione degli effetti della deposizione umida*: considera l'effetto della deposizione umida sulla concentrazione dell'inquinante in atmosfera. Il rateo di precipitazione e lo scavanning ratio della sorgente devono essere maggiori di zero;
- *utilizzo del gradual plume rise nel calcolo della BID (Buoyancy Induced Turbulence)*: il calcolo della BID permette di correggere il valore dei coefficienti di dispersione normalmente calcolati con la formula di Briggs, considerando la dispersione iniziale dei fumi causata dalla turbolenza degli stessi fumi e dalla turbolenza dell'aria. Nel calcolo della BID è possibile fornire manualmente il valore del sovrizzo dei fumi, sulla base delle condizioni di stabilità atmosferica, o farlo calcolare dal software con il metodo del *gradual plume rise*;
- *calcolo dell'effetto scia del camino*: l'altezza fisica del camino viene corretta in base all'effetto scia del camino dovuta alla bassa pressione che si forma sottovento al camino. Tale fenomeno tende ad abbassare l'asse del pennacchio quando la velocità di efflusso dei fumi risulta particolarmente bassa (inferiore a 1,5 volte la velocità del vento);
- *utilizzo del modello di riduzione dell'altezza al camino in presenza di "building downwash"*: in presenza di condizioni di building downwash, l'altezza fisica del camino viene corretta in base alle opportune formulazioni;
- *utilizzo del modello di Huber Snyder per la modifica del sigma dispersione*: in presenza di condizioni di building downwash, le sigma di dispersione vengono corrette in base alle equazioni del modello di Huber Snyder;
- *calcolo del "gradual plume rise"*: permette di calcolare l'effettivo

---

innalzamento del pennacchio alla sorgente, dovuto alla spinta di galleggiamento e dal momento. La crescita del pennacchio nella zona di transizione non può comunque superare la quota definitiva di livellamento dei fumi.

### 5.1.2

#### *Modalità di interpretazione dei risultati*

I risultati restituiti dal software MMS WINDIMULA sono stati processati attraverso il software MMS RUN ANALYZER.

È stato valutato l'incremento delle concentrazioni di PM10, PM2.5, NO<sub>2</sub> e CO attese in atmosfera a seguito delle attività condotte dal cantiere, al fine di valutarne la significatività.

Sulla base dell'approccio dell'Agenzia Ambientale britannica (UK Environmental Agency), ripresa dalle linee guida ISPRA "*Gli effetti sull'ambiente dovuti all'esercizio di un'attività industriale: identificazione, quantificazione ed analisi dell'ambito dei procedimenti di Autorizzazione Integrata Ambientale*", vengono considerati non significativi gli impatti inferiori all'1% del corrispondente valore limite long term di qualità dell'aria e al 10% del corrispondente valore limite short term.

- Per il PM10, i valori di riferimento sono quelli del D. Lgs. 155/2010, ossia il valore limite per gli impatti short term è 50 µg/m<sup>3</sup> riferito alla media giornaliera, da non superarsi più di 35 volte l'anno e quello per gli impatti long term è 40 µg/m<sup>3</sup> valutato come media annua. Ciò significa che l'impatto short term causato dalla realizzazione dell'opera in progetto è da considerarsi non significativo se l'incremento atteso ai ricettori, calcolato sulla base del 90,4-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione medi giornaliera, risulta inferiore a 5 µg/m<sup>3</sup>; l'impatto long term dell'intervento in progetto è invece trascurabile se l'incremento medio annuo della concentrazione di PM10 atteso ai ricettori risulta inferiore a 0,4 µg/m<sup>3</sup>.
- Per l'NO<sub>2</sub>, il valore limite di riferimento per gli impatti short term è 200 µg/m<sup>3</sup>, riferito alla media oraria, da non superarsi più di 18 volte l'anno; ciò significa che l'impatto short term causato dall'opera in progetto è da considerarsi non significativo se l'incremento atteso presso i ricettori, calcolato sulla base del 99,8-esimo percentile della distribuzione dei valori di concentrazione medi orari, risulta inferiore a 20 µg/m<sup>3</sup>. Per quanto riguarda gli impatto long term, il valore limite di riferimento è 40 µg/m<sup>3</sup> valutato come media annua; l'impatto long term dell'opera in progetto è quindi trascurabile se l'incremento medio annuo atteso ai ricettori risulta inferiore a 0,4 µg/m<sup>3</sup>.
- per il PM2.5: si considerano i soli impatti long term. Il valore limite di confronto è 25 µg/m<sup>3</sup>, riferito alla media annua; di conseguenza,

affinché l'impatto sulla qualità dell'aria causato dall'intervento in progetto sia da considerarsi non significativo, l'incremento medio annuo atteso della concentrazione di PM2.5 in atmosfera deve risultare inferiore a 0,25 µg/m<sup>3</sup> presso tutti i ricettori.

- per il CO: si considerano i soli impatti short term. Il valore limite di confronto è 10 mg/m<sup>3</sup>, riferito alla massima media giornaliera mediata sulle 8 ore; di conseguenza, affinché l'impatto sulla qualità dell'aria causato dal progetto sia da considerarsi non significativo, l'incremento atteso della concentrazione di CO in atmosfera deve risultare inferiore a 1 mg/m<sup>3</sup> presso tutti i ricettori;

## 5.2

### DATI DI INPUT

Di seguito si riassumono i dati di input del modello utilizzati nel presente studio:

- dominio di calcolo: è stato definito come un'area rettangolare di 144 km<sup>2</sup>. Le caratteristiche del dominio di calcolo sono riportate in Tabella 14.
- orografia del sito, rugosità del suolo e presenza di edifici: considerando la natura pianeggiante del sito, si trascura l'orografia dell'area, che viene considerata piatta. La rugosità viene assunta pari a 0,25, come definito dalla classificazione CORINE Land Cover per le aree agricole utilizzate. I valori adottati nella modellizzazione sono riportati in Tabella 14.

Tabella 14- Informazioni cartografiche utilizzate nella modellizzazione.

Sistema di coordinate	
Sistema	WGS84
Datum	UTM
Fuso, zona	32T
Griglia di calcolo	
Origine della griglia	514104,0 m E, 5018345,0 m N
Dimensione della griglia di calcolo	1.200 m x 1.200 m
Passo della griglia	20 m x 20 m
Dati territoriali	
Uso del suolo	Derivato dalla classificazione CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 2004 delle regioni italiane elaborati da APAT
Rugosità del suolo	0,25 – Aree agricole utilizzate

- dati meteorologici: si rimanda al capitolo 2.2. L'analisi viene svolta con riferimento all'anno 2023, ipotizzando che la prima fase del cantiere abbia cautelativamente durata di un anno;
- sorgenti emmissive: Le emissioni di inquinanti emessi dalle attività di cantiere sono state quantificate al capitolo 3.. Dal momento che l'area di cantiere è molto vasta e le attività saranno localizzate in punti diversi del cantiere, si identificato più sorgenti emmissive,

---

ciascuna rappresentativa di una specifica attività svolta e caratterizzata da una sua estensione e da una sua altezza. Nello specifico si identificano le seguenti sorgenti:

- **sorgente S1:** Scotico ed escavazione terra: la sorgente emissive viene estesa cautelativamente all'intera area del cantiere;
- **sorgente S2:** carico/scarico e trasporto terra: la sorgente emissive viene estesa cautelativamente all'intera area del cantiere;
- **sorgente S3:** carico/scarico e trasporto aggregati: la sorgente emissive viene estesa cautelativamente all'intera area del cantiere;
- **sorgente S4:** erosione dei cumuli di terra: si identificano due sorgenti identiche, poste in corrispondenza delle due aree dove saranno stoccate le terre di scavo, infatti la sorgente rappresenta la somma dell'emissione di polveri dai cumuli di terra rilevata dalle operazioni di scotico e scavo.
- **sorgente S5:** erosione dei cumuli di aggregati: si identificano due sorgenti identiche, poste in corrispondenza delle aree dove saranno stoccati in attesa dello spandimento.
- **sorgente S6:** emissioni da macchine operatrici: la sorgente viene estesa all'intera area di cantiere.

Le sorgenti emissive considerate sono rappresentate graficamente in Figura 9 ed elencate in Tabella 15.

Per quanto riguarda le quote delle sorgenti emissive si assume quanto segue:

- Scotico ed escavazione terra (sorgente S1) sono mantenute al livello del suolo.
- Le operazioni di carico, scarico e trasporto (sorgenti S2 e S3) sono tutte poste ad una quota di 1 m da terra.
- L'erosione dei cumuli di aggregati e terra (sorgenti S4 e S5) sono tutte poste ad una quota di 2 m da terra.
- L'emissione dei mezzi d'opera (sorgente S6) si è posta a 30 cm dal suolo.

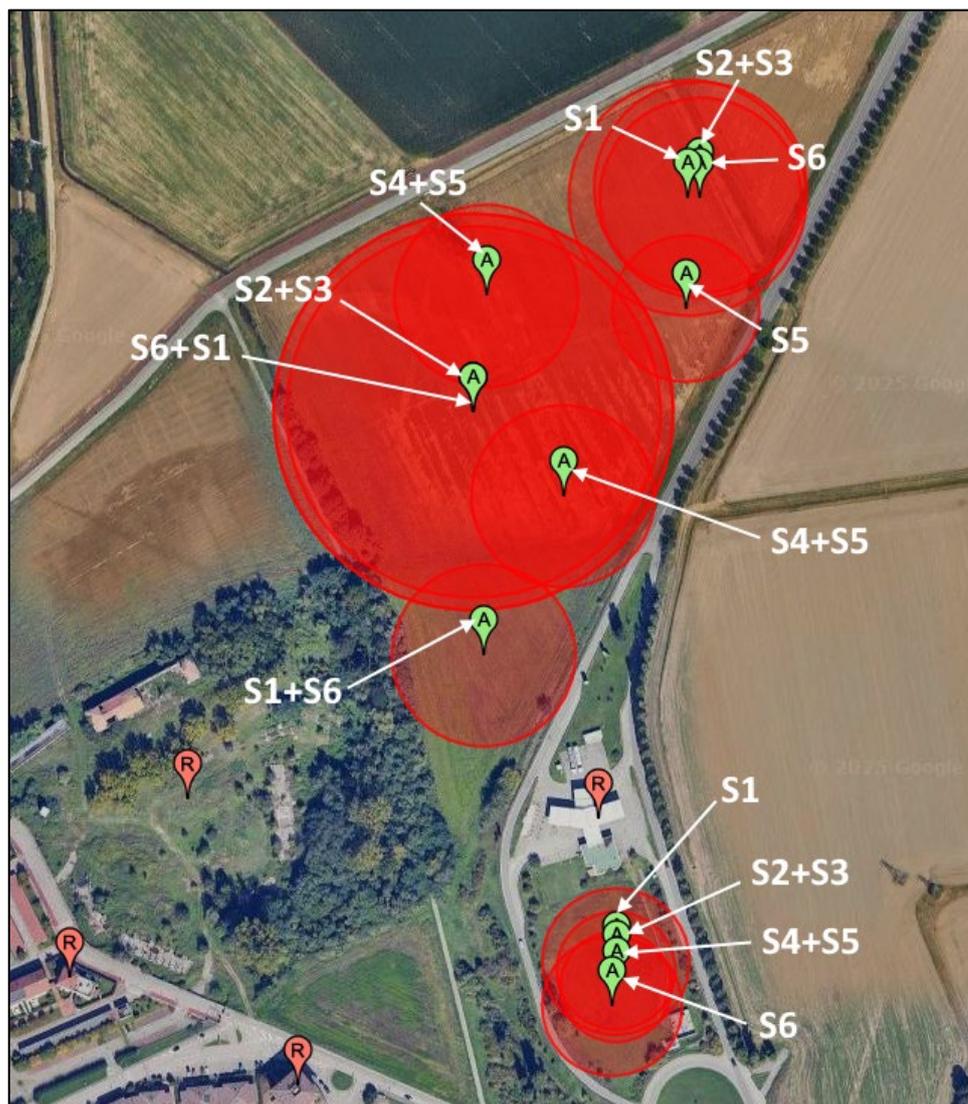


Figura 9 – Visualizzazione della modellizzazione delle aree emissive del cantiere

Tabella 15- Modalità di caratterizzazione delle sorgenti (coordinate UTM WGS84, 32T).

<b>Caratteristiche della singola sorgente</b>	
<b>Sorgente S1</b>	
<i>Scotico ed escavazione terra</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	0 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S1a 110 m – S1b 55m – S1c 30m -S1d 50m
<i>Coordinate centro area</i>	514596 E - 5019022 N / 514722 E - 5019142 N / 514676 E - 5018701 N / 514602 E – 5018886 N
<i>Durata emissione</i>	8 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua nell'intervallo 8:00-12:00, 13:00-17:00
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: 0,0147 g/h,
<b>Sorgente S2</b>	
<i>trasporto terra + trasporto aggregati</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	3 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S2a 110 m – S2b 58m – S2c 32m

<i>Coordinate centro area</i>	514596 E - 5019022 N / 514722 E - 5019148 N/ 514603 E - 5019087 N
<i>Durata emissione</i>	8 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua nell'intervallo 8:00-12:00, 13:00-17:00
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10 – PM2.5
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: 0,184 g/h - PM2.5: 0,0185g/h
<b>Sorgente S3</b> <i>carico/scarico e stesura terra e aggregati</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	1 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S3a 110 m – S3b 58m – S3c 32m
<i>Coordinate centro area</i>	514596 E - 5019022 N / 514722 E - 5019148 N/ 514603 E - 5019087 N
<i>Durata emissione</i>	8 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua nell'intervallo 8:00-12:00, 13:00-17:00
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: 0,038 g/h
<b>Sorgente S4</b> <i>erosione dei cumuli di terra</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	2 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S4a 50 m – S4b 50m – S4c 38m
<i>Coordinate centro area</i>	514603 E – 5019087 N / 514646 E – 5018975 N /514674 E / 5018690 N
<i>Durata emissione</i>	24 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10 -PM2.5
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: $1,63 \cdot 10^{-6}$ g/h – PM2.5: $5,0 \cdot 10^{-7}$ g/h
<b>Sorgente S5</b> <i>erosione dei cumuli di aggregati</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	2 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S5a 50 m – S5b 50m – S5c 38m
<i>Coordinate centro area</i>	514603 E – 5019087 N / 514646 E – 5018975 N /514674 E / 5018690 N
<i>Durata emissione</i>	24 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10 -PM2.5
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: $8,6 \cdot 10^{-6}$ g/h – PM2.5: $2,7 \cdot 10^{-7}$ g/h
<b>Sorgente S6</b> <i>emissioni macchine operatrici</i>	
<i>Altezza del punto di emissione dal suolo</i>	0,30 m
<i>Diametro interno equivalente</i>	S6a 103 m – S6b 65m – S6c 40m
<i>Coordinate centro area</i>	514596 E – 5019022 N / 514715 E – 5019142 N /514676 E / 5018715 N
<i>Durata emissione</i>	8 ore
<i>Frequenza emissione</i>	Continua nell'intervallo 8:00-12:00, 13:00-17:00
<i>Tipologia di inquinante</i>	PM10, NOx, CO
<i>Portata di inquinante emessa</i>	PM10: 11,17 g/h - NOx: 448,5 g/h – CO: 2.975g/h

- 
- recettori discreti si rimanda al capitolo 3.4;
  - inquinanti considerati:
    - PM10: modellizzato con diametro medio delle particelle di 10 µm e densità di 1.700 kg/m<sup>3</sup> per le emissioni associate alle attività in genere e 2.500 kg/m<sup>3</sup> per le emissioni associate ai gas di scarico delle macchine operatrici;
    - PM2.5: modellizzato come da default, con diametro medio delle particelle di 2,5 µm e la velocità di deposizione, assunta nulla in via precauzionale;
    - CO: modellizzato come da default, con diffusività molecolare pari a 0,186+ cm/s<sup>2</sup>, il modello richiede inoltre la definizione della velocità di deposizione, che è stata assunta pari a zero in via precauzionale;
    - NO<sub>x</sub>: modellizzato come da default. Per il calcolo della concentrazione di NO<sub>2</sub> attesa in atmosfera a partire dall'emissione di NO<sub>x</sub> è stato utilizzato il modello ARM2 elaborato dall'EPA. ARM2 definisce il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> utilizzando la seguente funzione polinomiale:  
$$y = a \cdot x^6 + b \cdot x^5 + c \cdot x^4 + d \cdot x^3 + e \cdot x^2 + f \cdot x + g$$
con  
y= rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>  
x= concentrazione di NO<sub>x</sub> calcolata dal modello  
a, b, c, d, e, f, g= coefficienti costanti della funzione interpolante. Tali coefficienti sono stati definiti dall'EPA attraverso l'analisi delle serie decennali 2001-2010 dei dati misurati di NO e NO<sub>2</sub> in tutte le stazioni del territorio nazionale americano.

Con lo stesso approccio, si è trascurato l'effetto mitigativo dato dalla deposizione secca e umida.

Per il calcolo della dispersione, sono state adottate le formule di Briggs Rurale dato.

Dal momento che per le sorgenti diffuse non è possibile attivare l'opzione di calcolo del building downwash, per tenere conto dell'effetto della presenza di edifici o barriere arboree sulla diffusione degli inquinanti, è stato applicato un coefficiente correttivo alla dispersione verticale iniziale della sorgente. A tutte le sorgenti prossime ad ostacoli è stata attribuita una dispersione iniziale verticale pari a H/2,15 con H pari all'altezza degli ostacoli più prossimi alla sorgente stessa, secondo l'approccio proposto dall'EPA. Nel caso specifico, si reputa che gli ostacoli che maggiormente potranno influenzare la diffusione delle polveri e dell'NO<sub>x</sub> all'esterno dei confini del cantiere siano rappresentati dalle piante presenti lungo il confine del sito. Sebbene le piante attualmente presenti lungo il confine dell'impianto sono piante adulte, di altezza che varia dai 5 ai 10 m, cautelativamente sono state modellizzate per un'altezza di 5m.

In Figura 10 si riporta un'immagine raffigurante le sorgenti emissive in relazione ai ricettori.



Figura 10- Dominio di calcolo, sorgenti emissive (A) e ricettori (R) modellizzati nel software WinDimula.

- Durata del cantiere: la prima fase del cantiere, ritenuta la più impattante per le emissioni in atmosfera, avrà durata di 110 giorni, mentre la successiva, nella quale verranno realizzati gli edifici, avrà durata di circa 250 giorni. Cautelativamente si estende l'emissione valutata per la prima fase del cantiere a tutta la durata del cantiere, comprensiva della seconda fase. Ai fini della modellizzazione in WinDimula e per permettere un confronto con i limiti di legge, si assume che il cantiere abbia durata di un anno.

---

## 5.3

### RISULTATI DEL MODELLO

Nel presente capitolo si analizzano gli incrementi della concentrazione in atmosfera di PM10, PM2.5, CO e NO<sub>2</sub> attesi a causa delle attività svolte nel cantiere (attività di scavo, movimentazione terra e aggregati ed utilizzo macchine operatrici) e se ne valuta la significatività sulla base del metodo illustrato al capitolo 5.1.2.

#### 5.3.1

##### *Particolato (PM10)*

Le mappe riportate in Figura 11 mostrano la distribuzione spaziale dell'incremento delle concentrazioni di PM10 (media annua e 90.4 percentile) attese in atmosfera a causa delle attività che saranno svolte in cantiere (attività di scavo, movimentazione terra e aggregati, utilizzo di macchine operatrici).

Per quanto riguarda gli impatti short term, l'area di impatto del cantiere risulta coinvolge anche alcuni ricettori discreti rappresentati dalle abitazioni più prossime al sito. L'incremento del 90.4 percentile della media giornaliera di PM10 atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 0,8 e 12,0 µg/m<sup>3</sup>, con valori superiori al limite di significatività presso i ricettori R2, R3, R10 e R11

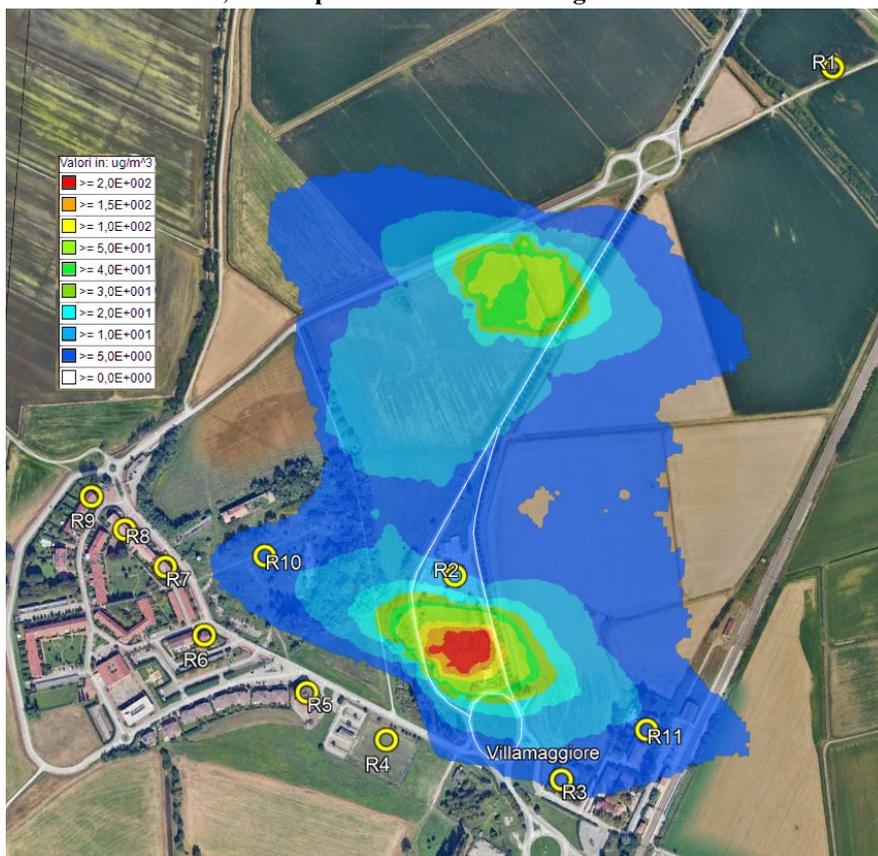
Per quanto riguarda, invece, gli impatti di natura long term, anche in questo caso l'area di impatto del cantiere risulta più ampia e coinvolge anche la maggior parte dei ricettori discreti selezionati. L'incremento della media annuale della concentrazione di PM10 atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 0,25 e 3,98 µg/m<sup>3</sup>, con valori superiori al limite di significatività presso i ricettori R2, R3, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R11.

Si fa, tuttavia, notare che tali valori sono il risultato di una simulazione che assume che le emissioni del cantiere si mantengano costanti per tutta la durata del cantiere stesso e pari alle massime emissioni stimate per la prima fase, ovvero quella nella quale saranno realizzati scavi e riempimenti. Nella realtà la prima fase del cantiere, quella più impattante sull'atmosfera, avrà durata di 110 giorni; successivamente, e per tutta la durata residua del cantiere, le attività condotte riguarderanno esclusivamente la realizzazione di opere edilizie (edifici, asfaltature) e impianti, con emissioni nel comparto atmosfera del tutto trascurabili.

Tabella 16 – Incremento della concentrazione media annua e del 90,4esimo percentile della concentrazione media giornaliera di PM10 atteso ai ricettori puntuali a causa delle sorgenti previste nel cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).

RICETTORE	INCREMENTO PM10	
	90,4esimo percentile media giornaliera	Media annuale
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	0,806	0,260
R2	12,114	3,986
R3	5,685	1,517
R4	1,279	0,542
R5	0,826	0,267
R6	1,671	0,488
R7	3,642	1,099
R8	2,839	0,828
R9	2,327	0,656
R10	7,122	1,968
R11	8,704	2,655

90,4esimo percentile della media giornaliera



Media annuale

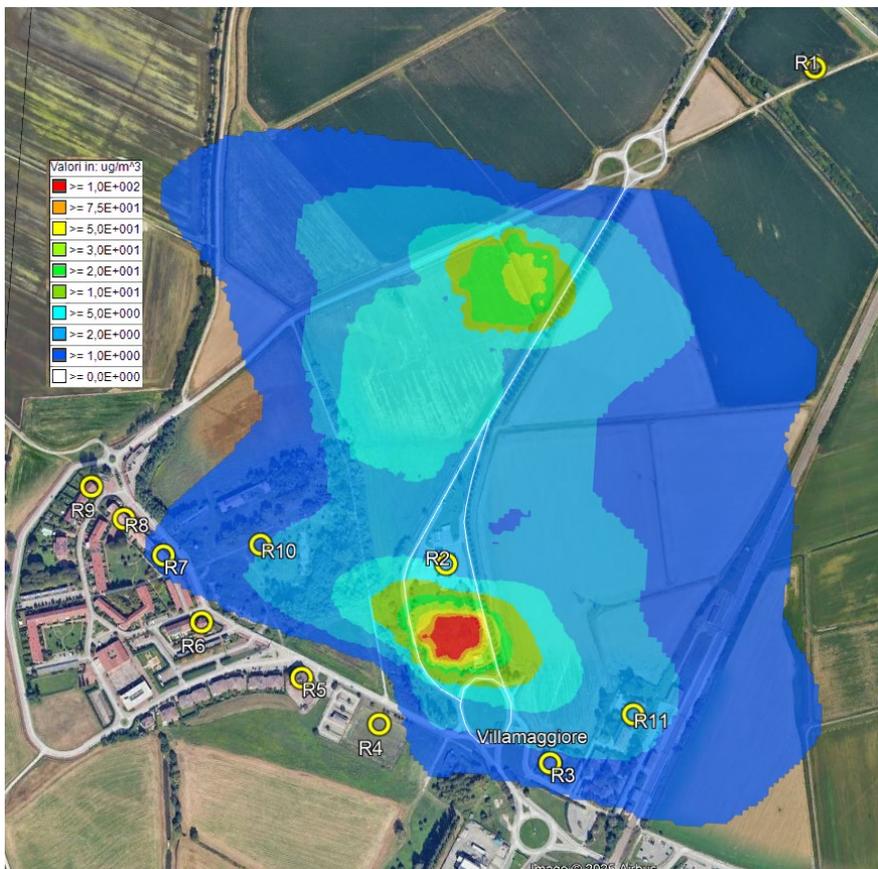


Figura 11 - Incremento della concentrazione di PM10 atteso a causa delle attività condotte in cantiere.

Le mappe riportate in Figura 12 mostrano la distribuzione spaziale dell'incremento delle concentrazioni di PM2.5 (media annua) attese in atmosfera a causa delle attività che saranno svolte in cantiere (attività di scavo, movimentazione terra e aggregati, utilizzo di macchine operatrici). Le isolinee sono state definite affinché la minima concentrazione rappresentata sia pari al limite di significatività dell'impatto definito secondo le linee guida della UK Environmental Agency descritto al capitolo 5.1.2.

Per quanto riguarda gli impatti di natura long term, non si evidenziano particolari criticità, in quanto le attività condotte impatteranno principalmente all'interno del cantiere. Come emerge anche dalla Tabella 17, l'incremento della media annuale della concentrazione di PM2.5 atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 0,02 e 0,32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ossia valori inferiori al limite di significatività per tutti i ricettori ad esclusione di R2 che si ricorda essere un distributore e non un recettore sensibile.

Tabella 17 – Incremento della concentrazione media annua di PM2.5 atteso ai ricettori puntuali a causa delle sorgenti previste nel cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).

RICETTORE	INCREMENTO PM2.5
	Media annuale
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	0,021
R2	0,322
R3	0,126
R4	0,044
R5	0,022
R6	0,041
R7	0,094
R8	0,070
R9	0,055
R10	0,167
R11	0,221

Media annuale

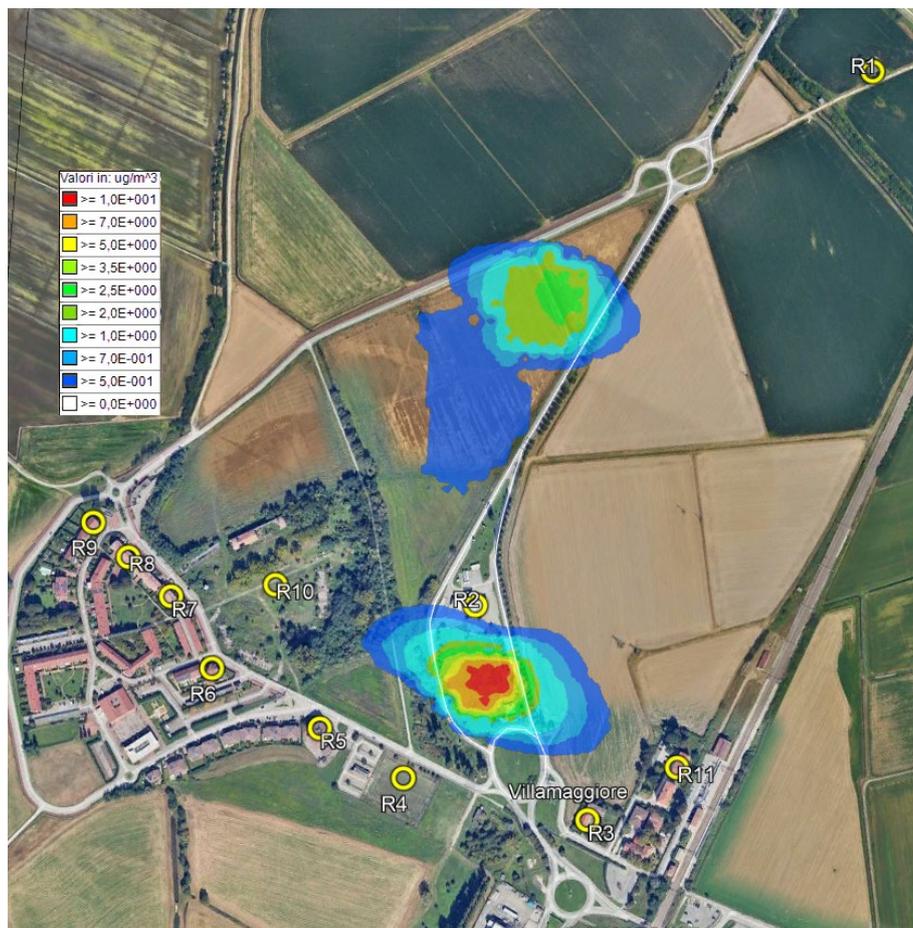


Figura 12 - Incremento della concentrazione media annua di PM2.5 atteso a causa delle attività condotte in cantiere.

La mappa in Figura 13 mostra la distribuzione spaziale dell'incremento della concentrazione media annuale e del 99,8esimo percentile della concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub> attesa in atmosfera a causa delle attività che saranno condotte presso il cantiere (utilizzo macchine operatrici in cantiere).

Per quanto riguarda gli impatti short term, l'area di impatto del cantiere risulta coinvolgere anche alcuni ricettori discreti rappresentati dalle abitazioni più prossime al sito. L'incremento del 99.8 percentile della media oraria di NO<sub>2</sub> atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 6,3 e 80,5 µg/m<sup>3</sup>, con valori superiori al limite di significatività presso i ricettori R2, R3, R4, R10 e R11.

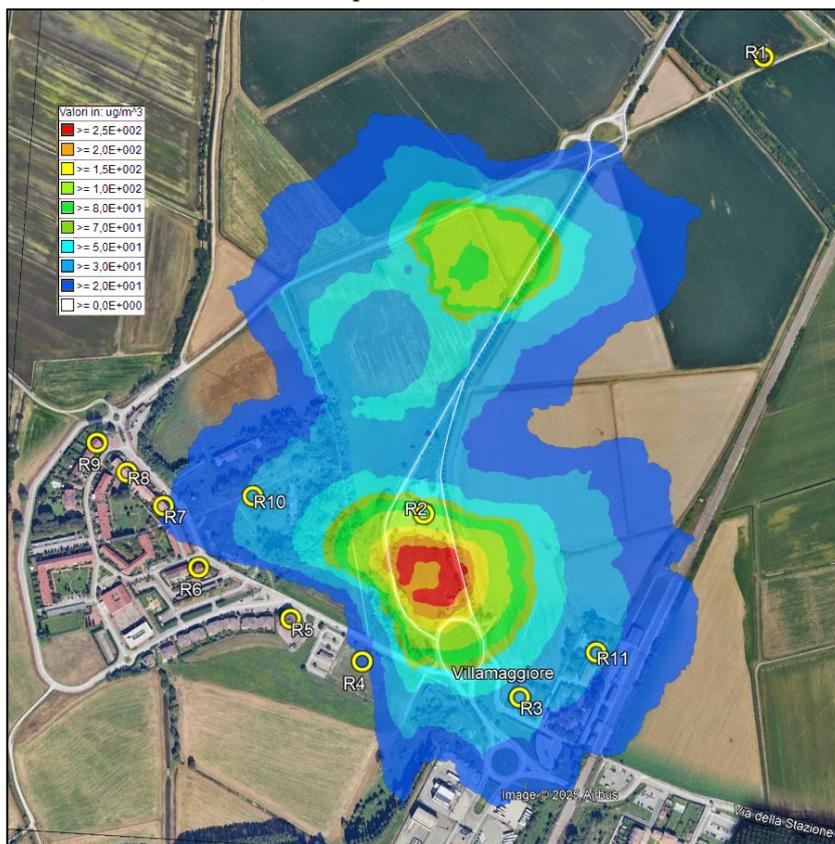
Anche per quanto riguarda gli impatti di natura long term l'area di impatto del cantiere risulta più ampia e coinvolge anche alcuni dei ricettori discreti selezionati. L'incremento della media annuale della concentrazione di NO<sub>2</sub> atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 0,06 e 0,85 µg/m<sup>3</sup>, con valori superiori al limite di significatività presso i ricettori R2, R10 e R11.

Si fa presente che tali impatti sono stati valutati nell'ipotesi che le emissioni del cantiere si mantengano costanti per tutta la durata del cantiere e pari a quelle stimate per la prima fase. Nella realtà la prima fase avrà durata di circa 110 giorni; le successive fasi del cantiere non richiederanno l'utilizzo di ruspe e pale, ma eventualmente di gru.

Tabella 18 – Incremento della concentrazione media annuale e del 99,8esimo percentile della concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub> atteso ai ricettori puntuali a causa delle attività condotte nel cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	INCREMENTO NO <sub>2</sub>	
	99.8esimo percentile media oraria	Media annuale
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R1	6,302	0,069
R2	80,521	0,860
R3	35,711	0,310
R4	19,616	0,126
R5	11,566	0,072
R6	9,427	0,122
R7	17,358	0,321
R8	14,465	0,248
R9	11,721	0,193
R10	27,552	0,591
R11	28,423	0,452

### 99,8esimo percentile media oraria



### Media annuale

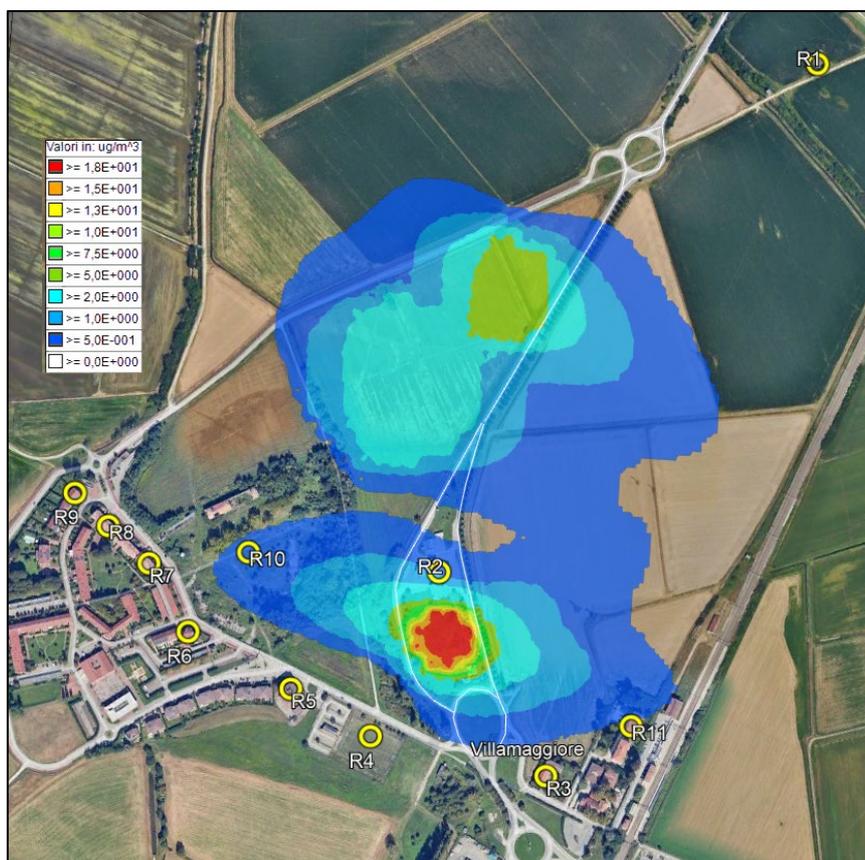


Figura 13 – Incremento della concentrazione di NO<sub>2</sub> atteso a causa delle sorgenti emissive del cantiere.

*Monossido di Carbonio (CO)*

Le mappe riportate in Figura 14 mostrano la distribuzione spaziale dell'incremento delle concentrazioni di CO (media annua) attese in atmosfera a causa delle attività che saranno svolte in cantiere (utilizzo di macchine operatrici).

Per quanto riguarda gli impatti di natura long term, non si evidenziano criticità su tutta l'area ed i ricettori considerati. Come emerge anche dalla Tabella 19, l'incremento della media annuale della concentrazione di CO atteso ai ricettori a causa delle attività condotte in cantiere risulta compreso tra 0,001 e 0,02 mg/m<sup>3</sup>, ossia valori inferiori al limite di significatività definito secondo le linee guida della UK Environmental Agency descritto al capitolo 5.1.2..

*Tabella 19 – Incremento della concentrazione media annua di CO atteso ai ricettori puntuali a causa delle sorgenti previste nel cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).*

RICETTORE	INCREMENTO PM2.5
	Media annuale
	mg/m <sup>3</sup>
R1	0,00153
R2	0,02073
R3	0,00608
R4	0,00264
R5	0,00161
R6	0,00236
R7	0,00608
R8	0,00485
R9	0,00390
R10	0,01212
R11	0,00964

Media annuale



Figura 14 - Incremento della concentrazione media annua di CO atteso a causa delle attività condotte in cantiere.

---

## 6. IMPATTO DEL TRAFFICO INDOTTO

### 6.1 MATERIALI E METODI

#### 6.1.1 *Modello di calcolo CALINE*

Per la determinazione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera dovute al traffico veicolare è stato utilizzato il software MMS CALINE.

MMS CALINE è la versione commerciale del software CALINE sviluppato dal CALTRANS -California Department of Transport. CALINE è un modello di dispersione gaussiano che simula le ricadute degli inquinanti da traffico per ricettori posti entro 500 m dagli archi viari considerati. CALINE è uno dei software consigliati dall'Istituto Superiore della Sanità e nella guida web del Centro tematico Nazionale Aria Clima Emissioni.

L'approccio del modello nel ricostruire le condizioni di dispersione degli inquinanti, ossia le dimensioni del pennacchio gaussiano, consiste nel considerare la zona direttamente sopra la carreggiata come una regione di rimescolamento uniforme (la cosiddetta mixing zone). In tal zona i meccanismi dominanti sono la turbolenza meccanica creata dal movimento dei veicoli e termica dei gas di scarico. Queste componenti aggiuntive della turbolenza atmosferica impartiscono una dispersione verticale iniziale in funzione del tempo di permanenza della massa inquinata nella mixing zone. Minore è la velocità del vento, maggiore è la dispersione verticale che subisce una particella d'aria prima di essere trasportata fino al ricettore (Iuzzolino et al., 2005).

Il parametro che ha il maggior peso nel calcolo delle ricadute è la direzione del vento, in quanto determina se il ricettore è sottovento alla sorgente emissiva.

La presenza di edifici ai bordi della carreggiata influisce, invece sulla turbolenza meccanica. Questo effetto, che comporta un incremento della dispersione verticale, viene quantificato attraverso un parametro che definisce la rugosità del terreno (roughness) nell'area di studio. Tale parametro è funzione dell'utilizzo del suolo nell'area di indagine.

Per quanto riguarda la modellizzazione delle sorgenti e le modalità di calcolo, il modello suddivide gli archi della strada considerata in una serie finita di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Figura 15) che sono trattati con il metodo FLS (Finite Line Source). La concentrazione stimata dal modello in un punto (definito ricettore) è data dalla somma dei contributi delle gaussiane generate da ciascuno degli archi del grafo considerato.

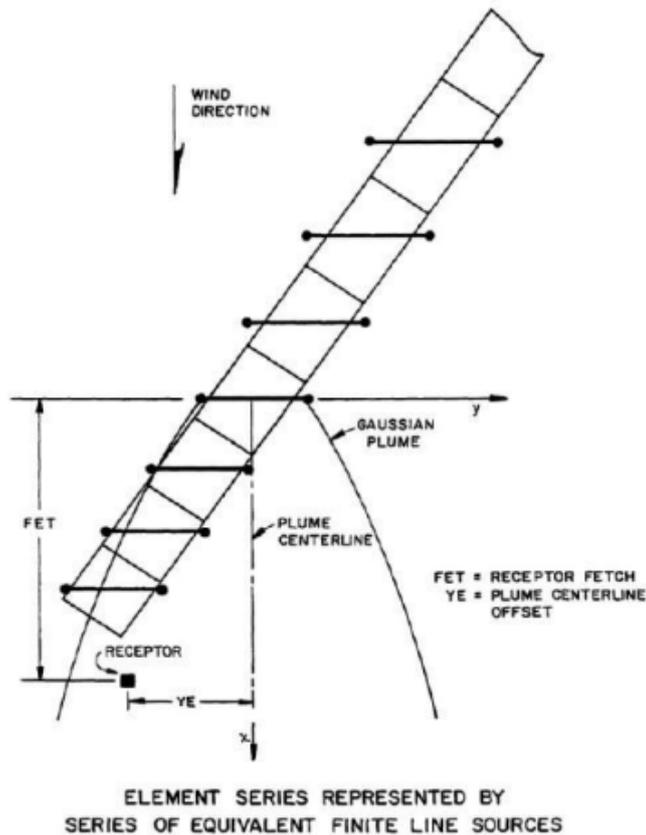


Figura 15- Trattamento della sorgente lineare nel modello CALINE4 con il metodo della suddivisione in numero finite di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Fonte: CALTRANS).

L'implementazione del modello richiede, dunque, i seguenti dati in input:

- definizione dei tratti stradali interessati e dei relativi volumi di traffico: ogni percorso stradale è inserito nel modello attraverso la specificazione geometrica (coordinate iniziali e finali), di tratti rettilinei per ognuno dei quali viene richiesto il volume veicolare in transito ed il fattore di emissione medio. Il modello può considerare diverse tipologie di strade: strade normali, strade in avvallamento, strade di terrapieno, ponti e parcheggi. Per ogni tratto stradale è necessario definire la larghezza della mixing zone;
- definizione dei recettori nei quali dovrà essere valutata la concentrazione di inquinante. Il modello distingue diverse tipologie di ricettore:
  - ricettori discreti: sono ricettori puntuali identificati nell'area di studio. Ogni recettore viene inserito nel modello attraverso la specificazione delle sue coordinate e dell'altezza dal suolo;
  - reticolo cartesiano: si tratta di ricettori disposti lungo un reticolo cartesiano;
  - ricettori stradali: sono ricettori costruiti automaticamente dal software per essere paralleli ai singoli tratti stradali. Possono essere

previste più linee di ricettori parallele ad ogni singolo tratto stradale. Ciò significa che si avranno ricettori posti a diversa distanza dalla carreggiata, secondo un fattore moltiplicativo impostato, come esemplificato in Figura 16. Per ciascun tratto stradale, va definito il numero di ricettori. È possibile impostare un numero fisso di ricettori per ogni tratto stradale a prescindere dalla sua lunghezza o, come consigliato, impostare una distanza fissa tra i ricettori.

- caratteristiche topografiche dell'area, rappresentate dalla rugosità media del dominio;
- dati meteorologici: è necessario fornire la direzione e la velocità del vento e la temperatura, assunte omogenee all'interno del dominio di calcolo.

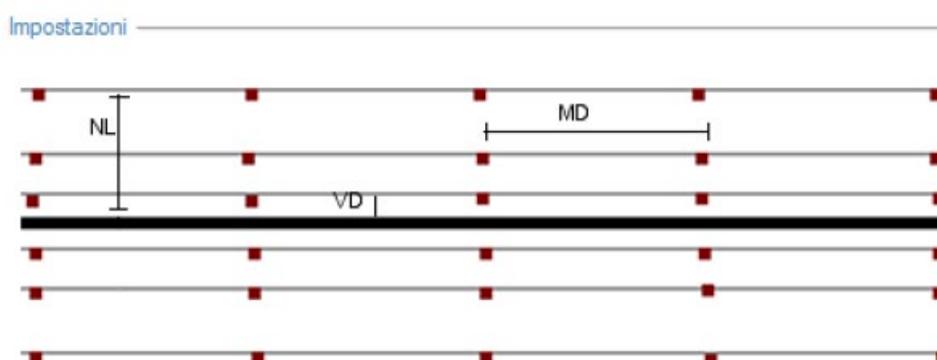


Figura 16 - Modellizzazione dei ricettori stradali.

Per quanto riguarda gli inquinanti, il modello è in grado di simulare la dispersione in atmosfera di:

- Monossido di Carbonio
- Particolato generico
- Gas inerte generico
- Biossido di Azoto

Gli inquinanti vengono modellizzati tutti come inerti.

Il software restituisce le concentrazioni orarie attese in atmosfera presso tutti i ricettori a causa della sorgente di traffico considerata.

#### 6.1.2

#### *Modalità di analisi e interpretazione dei risultati*

Si rimanda al capitolo 5.1.2.

Di seguito si riassumono i dati di input al modello Caline:

- Il dominio di calcolo è lo stesso riportato in Tabella 14.
- L'individuazione dei ricettori puntuali è riportata nel Capitolo 3.4. Per quanto riguarda i ricettori stradali è stato assunto un numero di linee parallele al tratto stradale NL pari a 3, un fattore moltiplicativo per la distanza tra le linee pari a 1,5, una distanza VD pari a 10 m e una distanza fissa tra i ricettori MD pari a 50 m (per le sigle si faccia riferimento alla Figura 16).
- La descrizione dei tratti stradali è riportata nel Capitolo 3.3. Per il calcolo della mixing zone, alla larghezza della carreggiata stradale sono stati aggiunti 3 metri a destra e 3 metri a sinistra. Per maggiori dettagli si rimanda alle tabelle in allegato;
- I volumi di traffico e i fattori di emissione per tratto stradale sono riportati rispettivamente nei capitoli 3.3 e 3.4.
- I dati meteorologici sono riportati nel Capitolo 2.2.
- Gli inquinanti considerati nel modello sono:
  - PM10: per la modellizzazione del PM10 vengono richiesti come dati aggiuntivi la velocità di sedimentazione gravitazionale, assunta pari a 0,18 cm/s (Oudinet et al., 2011), e la velocità di deposizione, assunta nulla in via precauzionale;
  - Biossido di Azoto: il calcolo della concentrazione di NO<sub>2</sub> attesa in atmosfera a partire da un'emissione di NO<sub>x</sub> viene eseguito utilizzando la procedura ARM2 elaborata dall'EPA. ARM2 definisce il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> utilizzando la seguente funzione polinomiale:
 
$$y = a \cdot x^6 + b \cdot x^5 + c \cdot x^4 + d \cdot x^3 + e \cdot x^2 + f \cdot x + g$$
 con y= rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>  
 x= concentrazione di NO<sub>x</sub> calcolata dal modello  
 a, b, c, d, e, f, g= coefficienti costanti della funzione interpolante. Tali coefficienti sono stati definiti dall'EPA attraverso l'analisi delle serie decennali 2001-2010 dei dati misurati di NO e NO<sub>2</sub> in tutte le stazioni del territorio nazionale americano.
  - CO: si considerano i soli impatti short term. Il valore limite di confronto è 10 mg/m<sup>3</sup>, riferito alla massima media giornaliera mediata sulle 8 ore; di conseguenza, affinché l'impatto sulla qualità dell'aria causato dal progetto sia da considerarsi non significativo, l'incremento atteso della concentrazione di CO in atmosfera deve risultare inferiore a 1 mg/m<sup>3</sup> presso tutti i ricettori;

- 
- PM2.5: si considerano i soli impatti long term. Il valore limite di confronto è 25 µg/m<sup>3</sup>, riferito alla media annua; di conseguenza, affinché l'impatto sulla qualità dell'aria causato dall'intervento in progetto sia da considerarsi non significativo, l'incremento medio annuo atteso della concentrazione di PM2.5 in atmosfera deve risultare inferiore a 0,25 µg/m<sup>3</sup> presso tutti i ricettori.

## 6.3

### RISULTATI DELLA SIMULAZIONE RELATIVA AL TRAFFICO INDOTTO

Nel presente capitolo si illustrano i risultati della simulazione condotta con il software MMS Caline relativamente al traffico indotto dal cantiere in progetto.

Si ricorda che la simulazione non tiene conto del traffico già gravante sull'area a causa delle altre attività antropiche presenti.

#### 6.3.1

##### *Particolato (PM10)*

Le mappe riportate in Figura 17 mostrano l'incremento della concentrazione di PM10 (media annuale e 90.4 percentile della media giornaliera) attesa in atmosfera a causa del solo traffico indotto dal cantiere di realizzazione del sito in progetto.

L'incremento osservato risulta trascurabile e non significativo ai sensi dell'approccio della UK EPA descritto al capitolo 5.1.2, su tutto il dominio di calcolo (massimo valore della concentrazione media annuale sul dominio di calcolo= 0,057  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; massimo valore del 90.4 percentile= 0,094  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Soffermandosi sui ricettori discreti (Tabella 20), ci si attende un incremento della concentrazione media annuale di PM10 ricompreso tra 0,7 e 10,0  $\text{ng}/\text{m}^3$  e un incremento del 90.4 percentile della media giornaliera compreso tra 1,9 e 15,4  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Tabella 20 – Incremento della concentrazione media annua e del 90,4esimo percentile della concentrazione media giornaliera di PM10 atteso ai ricettori puntuali a causa del traffico indotto dal cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).

RICETTORE	INCREMENTO PM10	
	90,4esimo percentile media giornaliera	Media annuale
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	0,01544	0,01002
R2	0,01146	0,00839
R3	0,01017	0,00388
R4	0,00345	0,00125
R5	0,00286	0,00101
R6	0,00226	0,000772
R7	0,00232	0,000844
R8	0,00212	0,000784
R9	0,00196	0,00040
R10	0,00369	0,00146
R11	0,00627	0,00280

### 90,4esimo percentile della media giornaliera



### Media annuale

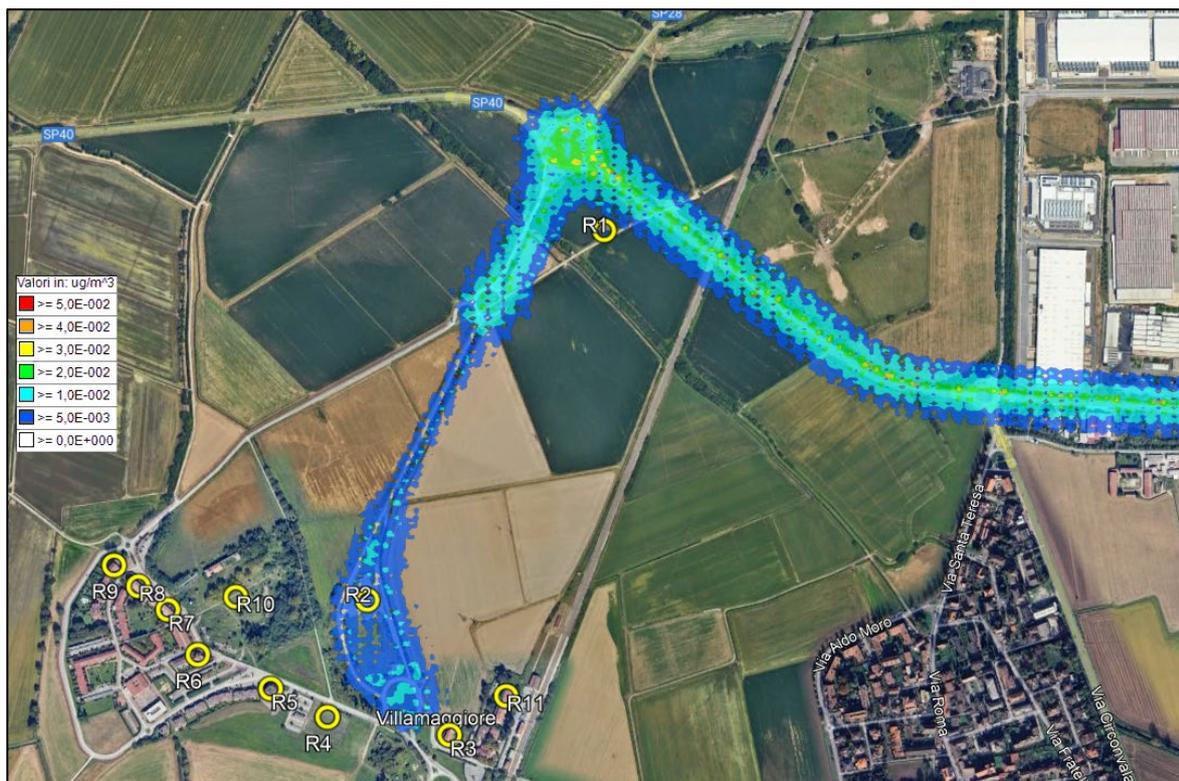


Figura 17 - Incremento della concentrazione di PM10 atteso a causa del traffico indotto dal cantiere.

Le mappe riportate in Figura 18 mostrano l'incremento della concentrazione di NO<sub>2</sub> (media annuale e 99.8 percentile della media oraria) attesa in atmosfera a causa del traffico indotto dal cantiere.

L'incremento osservato risulta trascurabile e non significativo ai sensi dell'approccio della UK EPA descritto al capitolo 5.1.2, su tutto il dominio di calcolo (massimo valore della concentrazione media annuale sul dominio di calcolo= 0,879 µg/m<sup>3</sup>; massimo valore del 90.4 percentile= 3,94 µg/m<sup>3</sup>).

Soffermandosi sui ricettori discreti (Tabella 21), ci si attende un incremento della concentrazione media annuale di NO<sub>2</sub> ricompreso tra 0,012 e 0,154 µg/m<sup>3</sup> e un incremento del 99.8 percentile della media oraria compreso tra 0,19 e 0,86 µg/m<sup>3</sup>.

*Tabella 21 – Incremento della concentrazione media annua e del 99.8esimo percentile della concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub> atteso ai ricettori puntuali a causa del traffico indotto dal cantiere.*

RICETTORE	INCREMENTO NO <sub>2</sub>	
	99.8esimo percentile media oraria	Media annuale
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R1	0,804	0,155
R2	0,865	0,133
R3	0,600	0,060
R4	0,583	0,020
R5	0,422	0,016
R6	0,278	0,012
R7	0,238	0,014
R8	0,217	0,013
R9	0,200	0,012
R10	0,302	0,024
R11	0,327	0,042

99.8esimo percentile della media oraria



Media annuale



Figura 18 - Incremento della concentrazione di NO<sub>2</sub> atteso a causa del traffico indotto dal cantiere.

*Monossido di Carbonio (CO)*

Le mappe riportate in Figura 19 mostrano l'incremento della concentrazione di CO (media annuale) attesa in atmosfera a causa del solo traffico indotto dal cantiere in progetto.

L'incremento osservato risulta trascurabile e non significativo ai sensi dell'approccio della UK EPA descritto al capitolo 5.1.2, su tutto il dominio di calcolo (massimo valore della concentrazione media annuale sul dominio di calcolo= 0,031  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );).

Soffermandosi sui ricettori discreti (Tabella 22), ci si attende un incremento della concentrazione media annuale di CO ricompreso tra 0,32 e 4,8  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

*Tabella 22 – Incremento della concentrazione media annua di CO atteso ai ricettori puntuali a causa del traffico indotto dal cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).*

RICETTORE	INCREMENTO CO	
	Media annuale	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
R1	0,103	
R2	0,078	
R3	0,055	
R4	0,020	
R5	0,015	
R6	0,011	
R7	0,012	
R8	0,011	
R9	0,010	
R10	0,019	
R11	0,034	

### Media annuale

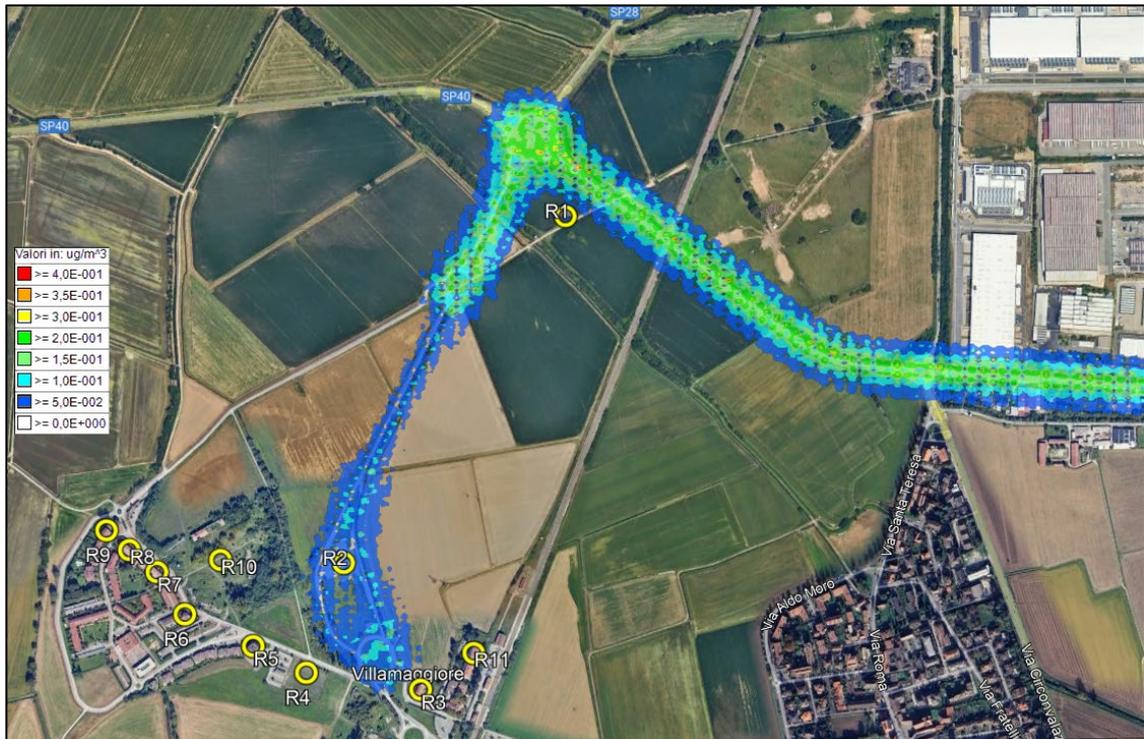


Figura 19 - Incremento della concentrazione media annua di CO atteso a causa del traffico indotto dal cantiere.

#### 6.3.4

#### *Particolato (PM2.5)*

Le mappe riportate in Figura 20 mostrano l'incremento della concentrazione di PM2.5 (media annuale) attesa in atmosfera a causa del solo traffico indotto dal cantiere in progetto.

L'incremento osservato risulta trascurabile e non significativo ai sensi dell'approccio della UK EPA descritto al capitolo 5.1.2, su tutto il dominio di calcolo (massimo valore della concentrazione media annuale sul dominio di calcolo= 0,031  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );).

Soffermandosi sui ricettori discreti (Tabella 23), ci si attende un incremento della concentrazione media annuale di PM2.5 ricompreso tra 0,32 e 4,8  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

*Tabella 23 – Incremento della concentrazione media annua di PM2.5 atteso ai ricettori puntuali a causa del traffico indotto dalle attività di cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA (se presenti).*

RICETTORE	INCREMENTO PM2.5
	Media annuale
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
R1	4,818E-03
R2	4,530E-03
R3	1,889E-03
R4	6,012E-04
R5	4,706E-04
R6	3,437E-04
R7	3,726E-04
R8	3,402E-04
R9	3,163E-04
R10	6,858E-04
R11	1,238E-03

### Media annuale

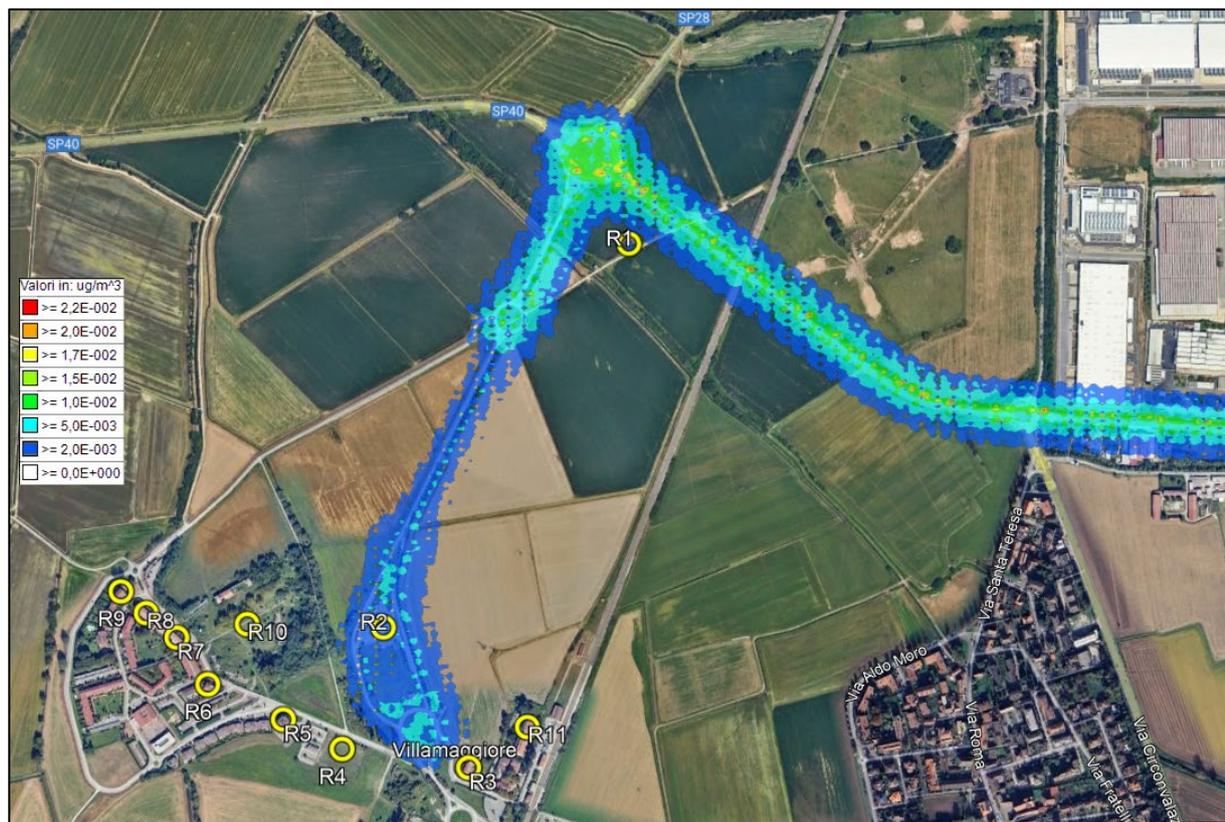


Figura 20 - Incremento della concentrazione media annua di PM2.5 atteso a causa del traffico indotto dal cantiere.

7.

### IMPATTO COMPLESSIVO DEL CANTIERE (EMISSIONI DIFFUSE + TRAFFICO)

Dal momento che gli inquinanti PM10, PM2.5, CO e NO<sub>2</sub> vengono emessi sia dal traffico indotto sia dalle attività condotte all'interno dell'area del cantiere (scavo, movimentazione terra, utilizzo macchine operatrici), si rende necessario sommare i contributi delle due diverse sorgenti emissive al fine di valutare l'impatto complessivo del cantiere e la sua significatività.

Nelle seguenti tabelle riportano gli incrementi delle concentrazioni di PM10, PM2.5, CO e NO<sub>2</sub> complessivamente attesi ai ricettori discreti durante il periodo di attività del cantiere in progetto. Valgono le stesse considerazioni effettuate nel capitolo 5.3 circa la significatività degli impatti attesi; infatti le emissioni diffuse associate alle attività svolte in cantiere risultano assolutamente prevalenti rispetto a quelle associate al traffico.

Tuttavia, si ribadisce che tali emissioni sono emerse dalla simulazione della contemporaneità di tutte le attività emissive ed inoltre sono relative ad un periodo di durata limitata, che cautelativamente è stato esteso a tutta la durata del cantiere.

Tabella 24 – Incremento della concentrazione media annua e del 90,4esimo percentile della concentrazione media giornaliera di PM10 complessivamente atteso ai ricettori puntuali a causa del cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA

RICETTORE	INCREMENTO PM10	
	90,4esimo percentile media giornaliera	Media annuale
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R1	0,822	0,270
R2	12,126	3,995
R3	5,695	1,521
R4	1,282	0,544
R5	0,829	0,268
R6	1,674	0,489
R7	3,644	1,099
R8	2,841	0,829
R9	2,329	0,657
R10	7,126	1,969
R11	8,710	2,658

Tabella 25 – Incremento della concentrazione media annuale e del 99,8esimo percentile della concentrazione media oraria di NO<sub>2</sub> complessivamente atteso ai ricettori puntuali a causa del cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	INCREMENTO NO <sub>2</sub>	
	99.8esimo percentile media oraria	Media annuale
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R1	7,806	0,223
R2	90,332	0,993
R3	40,279	0,370
R4	22,378	0,146
R5	13,273	0,088
R6	10,752	0,135
R7	19,524	0,335
R8	16,289	0,261
R9	13,223	0,205
R10	30,915	0,615
R11	31,908	0,494

Tabella 26 – Incremento della concentrazione media annuale di PM<sub>2.5</sub> complessivamente atteso ai ricettori puntuali a causa del cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	INCREMENTO PM <sub>2.5</sub>
	Media annuale
	µg/m <sup>3</sup>
R1	0,026
R2	0,327
R3	0,127
R4	0,045
R5	0,022
R6	0,041
R7	0,094
R8	0,071
R9	0,055
R10	0,167
R11	0,222

Tabella 27 – Incremento della concentrazione media annuale di CO complessivamente atteso ai ricettori puntuali a causa del cantiere. In rosso gli incrementi ritenuti significativi ai sensi dell'approccio della UK EPA.

RICETTORE	INCREMENTO CO
	Media annuale
	mg/m <sup>3</sup>
R1	0,002
R2	0,021
R3	0,006
R4	0,003
R5	0,002
R6	0,002
R7	0,006
R8	0,005
R9	0,004
R10	0,012
R11	0,010

## CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE

Nel presente capitolo si confrontano le concentrazioni attese in atmosfera durante l'attività del cantiere (valori di fondo registrati da ARPA+ incremento atteso a causa delle attività del cantiere) con i limiti di legge relativi alla qualità dell'aria.

I risultati sono riportati in Tabella 28 e Tabella 29

Non emergono criticità per quanto riguarda l'NO<sub>2</sub>, il CO ed il PM<sub>2.5</sub> in quanto le attività del cantiere non andranno a impattare sulla qualità dell'aria locale in entità tale da determinare il superamento dei limiti di qualità fissati dal D. Lgs. 155/2010.

Per quanto riguarda, invece, il PM<sub>10</sub>, la situazione accettabile per la maggior parte dei recettori ad esclusione di R2 R3 e R11, presso i quali risultano dei superamenti del limite sulla media giornaliera di PM<sub>10</sub>. L'attività del cantiere potrà aggravare la situazione locale; ci si attende, infatti, dai 37 ai 53 episodi annui di superamento del limite di 50 µg/m<sup>3</sup> presso i ricettori più prossimi all'area di cantiere.

Si fa, tuttavia, presente che tali valori sono stati ottenuti estendendo le emissioni di polveri diffuse attese nella prima fase del cantiere a tutta la durata del cantiere stesso, assunta pari a un anno al fine di poter effettuare un confronto con i limiti normativi di qualità dell'aria. Nella realtà le attività di scavo e movimentazione terra, per le quali è stato valutato l'impatto, avranno durata di circa 3 mesi e non di 12 mesi; l'impatto effettivo sulla qualità dell'aria locale sarà di conseguenza molto più ridotto di quanto stimato.

Al fine di avere una visuale più realistica dell'impatto del cantiere, è stato valutato il numero dei giorni in cui ci si attende una concentrazione massima giornaliera superiore al limite di 50 µg/m<sup>3</sup> per periodi di 3 mesi (durata prima fase del cantiere) al variare della stagionalità (Tabella 30). Il periodo più critico per il PM<sub>10</sub> è quello autunnale e invernale: tra settembre e febbraio, il solo fondo misurato dalle centraline ARPA determina 25 superamenti del limite di 50 µg/m<sup>3</sup>; la presenza del cantiere potrebbe determinare un incremento del numero dei giorni non rispettosi del limite quantificabile in un minimo di +1 episodio presso i ricettori più lontani dal cantiere e fino a +12 episodi presso i ricettori più prossimi al cantiere. Le criticità si riducono, fino ad annullarsi, se la fase più critica del cantiere è eseguita in primavera-estate.

Tabella 28 - Stima delle concentrazioni di PM10 e PM2.5 attese in atmosfera durante l'attività del cantiere (inclusi i valori di fondo dovuti alle sorgenti già presenti) e confronto con i limiti di legge. La simulazione ipotizza che il cantiere abbia durata di 12 mesi ed emissioni costanti e paragonabili a quelle della prima fase di scavo e movimentazione terra. In rosso i superamenti del limite normativo.

Ricettori	PM10				PM2.5	
	media annuale (µg/m³)		90.4 percentile media giornaliera (µg/m³) (n. superamenti/anno)		media annuale (µg/m³)	
	SDP	valore limite D.Lgs. 155/10	SDP	Valore limite D.Lgs. 155/10	SDP	valore limite D.Lgs. 155/10
R1	28,373	40	49,100 (31)	50 (35)	18,848	25
R2	32,100		55,617 (48)		19,149	
R3	29,674		50,879 (37)		18,947	
R4	28,662		49,596 (30)		18,860	
R5	28,383		49,000 (30)		18,843	
R6	28,614		49,000 (30)		18,866	
R7	29,226		49,000 (29)		18,920	
R8	28,944		49,000 (30)		18,895	
R9	28,767		49,000 (30)		18,878	
R10	30,049		49,011 (32)		18,982	
R11	30,837		55,000 (53)		19,048	

Tabella 29 - Stima delle concentrazioni di CO e NO2 attese in atmosfera durante l'attività del cantiere (inclusi i valori di fondo dovuti alle sorgenti già presenti) e confronto con i limiti di legge. La simulazione ipotizza che il cantiere abbia durata di 12 mesi ed emissioni costanti e paragonabili a quelle della prima fase di scavo e movimentazione terra. In rosso i superamenti del limite normativo.

Ricettori	CO		NO2			
	media annuale (mg/m³)		media annuale (µg/m³)		99.8 percentile media oraria (µg/m³)	
	SDP	valore limite D.Lgs. 155/10	SDP	valore limite D.Lgs. 155/10	SDP	valore limite D.Lgs. 155/10
R1	0,864	10	20,128	40	79,600	200 (18)
R2	0,878		20,783		101,939	
R3	0,866		20,357		82,497	
R4	0,865		20,185		81,149	
R5	0,864		20,133		79,600	
R6	0,864		20,180		79,600	
R7	0,866		20,351		79,600	
R8	0,865		20,281		79,600	
R9	0,865		20,232		79,600	
R10	0,868		20,572		79,600	
R11	0,867		20,482		79,600	

Tabella 30 – Numero di superamenti del limite di 50 mg/m3 sulla media giornaliera valutato per lo SDF e per lo SDP (cantiere), al variare della stagionalità. La simulazione si focalizza sulla prima fase del cantiere, quella ritenuta più impattante, assumendo che abbia durata di 3 mesi.

ricettori	marzo-maggio			giugno-agosto			settembre- novembre			dicembre-febbraio		
	SDF	SDP cantiere	delta	SDF	SDP cantiere	delta	SDF	SDP cantiere	delta	SDF	SDP cantiere	delta
R1	3	5	+2	0	0	+0	6	6	+0	19	20	+1
R2	3	10	+7	0	2	+2	6	11	+5	19	25	+6
R3	3	3	+0	0	0	+0	6	10	+4	19	24	+5
R4	3	3	+0	0	0	+0	6	6	+0	19	21	+2
R5	3	3	+0	0	0	+0	6	6	+0	19	21	+2
R6	3	3	+0	0	0	+0	6	6	+0	19	21	+2
R7	3	3	+0	0	0	+0	6	6	+0	19	20	+1
R8	3	4	+1	0	0	+0	6	6	+0	19	20	+1
R9	3	4	+1	0	0	+0	6	6	+0	19	20	+1
R10	3	4	+1	0	0	+0	6	6	+0	19	22	+3
R11	3	5	+2	0	0	+0	6	17	+11	19	31	+12

## CONCLUSIONI

La presente valutazione è stata svolta con il fine di valutare l'impatto del cantiere di realizzazione del nuovo sito industriale proposto da AF property sulla qualità dell'aria locale.

Le attività del cantiere saranno, grosso modo, organizzate in due fasi:

1. Fase 1- preparazione del sito: bonifica geotecnica, livellamento del sito con preparazione del fondo, effettuazione scavi per fondazioni. Durata attesa: circa 110 giorni;
2. Fase 2- realizzazione delle opere edili. Durata attesa: circa 250 giorni;

Si ritiene che la fase maggiormente impattante sull'atmosfera sia la prima, durante la quale verranno condotte operazioni di scavo e movimentazione terra/aggregati che determineranno inevitabilmente l'emissione diffusa di polveri. Inoltre l'utilizzo di macchine operatrici in cantiere, nonché il traffico indotto di mezzi pesanti per il conferimento degli aggregati per la preparazione del fondo, determineranno l'emissione di ossidi di azoto e monossido di carbonio.

Cautelativamente, l'impatto del cantiere è stato valutato in riferimento a tale fase estendendone gli effetti a tutta la durata.

Per i fini del presente studio, la durata del cantiere è stata considerata pari a un anno, così da permettere un confronto diretto con i limiti normativi di qualità dell'aria.

La valutazione ha mostrato che l'attività del cantiere potrebbe determinare impatti negativi sulla qualità dell'aria locale.

Le maggiori criticità si riscontrano per il PM10. Per tale inquinante si osserva che le attività del cantiere potrebbero determinare incrementi della concentrazione media giornaliera per alcuni dei recettori considerati che, oltre ad essere di natura significativa sulla base dell'approccio della UK Environmental Agency ripresa anche dalle linee guida ISPRA sulla VIA, potrebbero essere sufficienti a determinare un incremento del numero di giorni in cui il limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  non viene rispettato.

L'impatto del cantiere è ovviamente funzione della durata dello stesso e del periodo dell'anno in cui verrà installato. Nell'ipotesi estremamente cautelativa di estendere le emissioni stimate per la prima fase del cantiere, durante la quale verranno condotte le attività di scavo e movimentazione terra, a un intero anno, l'incremento dei giorni in cui il limite sulla media giornaliera del PM10 non viene rispettato è quantificabile in +1/+12 episodi/anno a seconda del ricettore considerato. Nella realtà, la prima fase del cantiere avrà durata di 3 mesi. Qualora venisse condotta in autunno-inverno, ossia nel periodo più critico per il PM10, il numero dei giorni non rispettosi del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  potrebbe incrementare di +1 episodio presso la maggior parte dei

---

ricettori considerati, con punte di +6/+12 episodi per i ricettori più prossimi al sito. Se tale fase del cantiere venisse svolta in periodo estivo (giugno - settembre), non ci si attenderebbe nessun superamento del limite di legge;

In termini generali, l'impatto è da attribuirsi praticamente esclusivamente alle emissioni diffuse dovute alle attività di scavo e movimentazione terra, nonché all'utilizzo delle macchine operatrici; il contributo del traffico indotto è irrilevante.

Non sono, invece, emerse particolari criticità per quanto riguarda l'NO<sub>2</sub>. Difatti, malgrado l'impatto causato dall'utilizzo delle macchine operatrici non sia trascurabile a priori, sulla base dell'approccio della UK Environmental Agency, non si prospetta alcun superamento dei limiti di qualità dell'aria.

Si possono invece definire trascurabili le emissioni indotte dalle attività di cantiere relative a PM<sub>2.5</sub> e CO, per le quali non si prospettano superamenti dei limiti di qualità dell'aria.

A commento dei risultati ottenuti, si può affermare che l'impatto del cantiere sulla qualità dell'aria locale, sebbene non trascurabile a priori per quanto riguarda il PM<sub>10</sub> e l'NO<sub>2</sub> potrà essere contenuto gestendo la tempistica del cantiere, di modo da evitare che le attività di scavo e movimentazione terra vengano eseguite nel periodo invernale. Le maggiori attenzioni dovranno essere poste nei riguardi delle abitazioni localizzate lungo la via Stazione. Mentre per quanto riguarda il recettore R2, che risulta essere il più esposto agli impatti di cantiere, si ritiene che la sua natura di recettore non sensibile, distributore di carburanti, determini l'accettabilità dell'esposizione temporanea ai superamenti.

Si fa presente, inoltre, che indipendentemente dall'effettiva entità dell'impatto istantaneo del cantiere, tale impatto avrà comunque natura temporanea e reversibile. Inoltre, nella realizzazione di un'opera, l'attività di cantiere è inevitabile, così come gli impatti ad essa associati. Le attività di scavo, se necessarie, non possono essere evitate; si può esclusivamente intervenire cercando di mitigarne gli impatti negativi mantenendo, ad esempio, bagnati le piste e i cumuli in stoccaggio. Nella scelta della ditta appaltatrice, si consiglia di privilegiare aziende dotate di mezzi d'opera (ruspe ed escavatrici) il più recenti possibili, così da minimizzare le emissioni di particolato e NO<sub>x</sub> dall'esercizio delle macchine operatrici.

---

## ALLEGATI

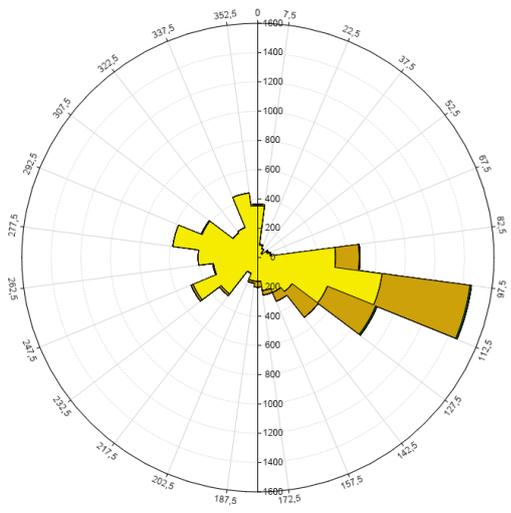
### A. CARATTERISTICHE DEI RICETTORI E DEI TRATTI STRADALI

RICETTORI DISCRETI		
id. Ricettore	Coordinate UTM WGS84	
	E (m)	N (m)
R1	515083.00 m	5019439.00 m
R2	514666.00 m	5018795.00 m
R3	514809.00 m	5018560.00 m
R4	514598.00 m	5018594.00 m
R5	514499.00 m	5018645.00 m
R6	514372.00 m	5018705.00 m
R7	514319.00 m	5018784.00 m
R8	514268.00 m	5018826.00 m
R9	514225.00 m	5018863.00 m
R10	514437.00 m	5018805.00 m
R11	514907.00 m	5018625.00 m

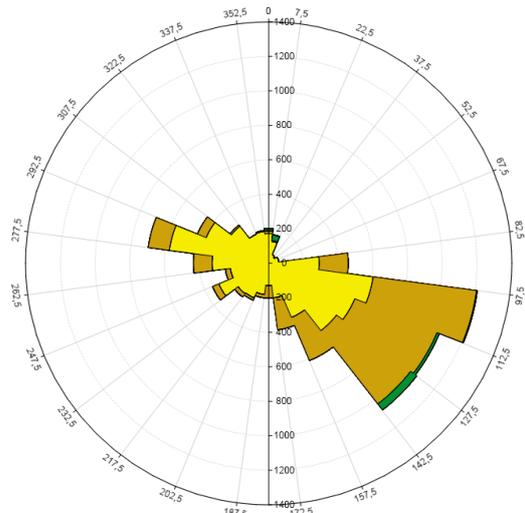
CARATTERISTICHE TRATTI STRADALI		
Tratto stradale	Lunghezza (m)	Larghezza mixing zone (m)
SP40	1.616	14
Via Cascina Nuova	1.733	13,5

## B. ROSE DEI VENTI STAGIONALI (2023)

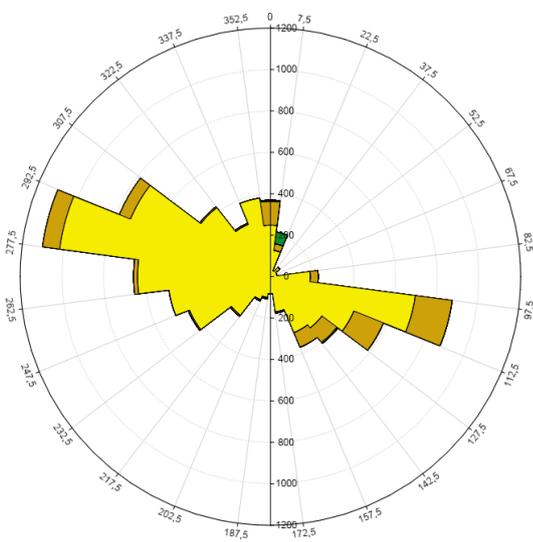
Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Estate



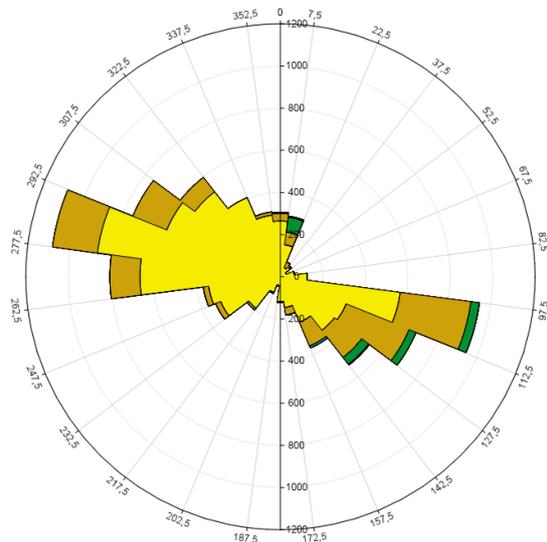
Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Primavera



Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Autunno



Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Inverno



Classi di vento (m/s)	
	V6 (> 12,0)
	V5 (6,5 - 12,0)
	V4 (3,9 - 6,5)
	V3 (2,3 - 3,9)
	V2 (1,0 - 2,3)
	V1 (0,5 - 1,0)
	Calme 25,1%