

---

# **Aeroporto di Milano Malpensa**

## **Masterplan aeroportuale 2035**

**Risposta alle richieste di integrazioni e  
approfondimenti espresse nel corso  
della procedura V.I.A.**

*ALLEGATO 38*  
*STUDIO ATMOSFERICO - FASE DI CANTIERE*



<b>1</b>	<b>Premessa</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Linee guida Arpa Toscana e fattori di emissione</b>	<b>3</b>
2.1	Aspetti generali	3
2.2	Il calcolo dei fattori di emissione	4
2.2.1	Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3)	4
2.2.2	Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4)	5
2.2.3	Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5)	5
2.2.4	Sintesi dei fattori di emissioni utilizzati per le aree di cantiere	8
2.3	Risultati delle simulazioni per le polveri di Cantiere	8
<b>3</b>	<b>Stima traffico veicolare e sovrapposizione traffico cantiere ferrovia</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Ricadute del traffico di cantiere sulla viabilità</b>	<b>11</b>
4.1	Metodologia	11
4.2	Software di analisi	12
4.2.1	Dati di input	13
4.3	Risultati	13
4.3.1	Monossido di carbonio	13
4.3.2	PM <sub>10</sub>	15
4.3.3	NO <sub>2</sub>	16

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del processo di Valutazione dello Studio di Impatto Ambientale relativo al Masterplan 2035 dell'aeroporto di Milano Malpensa sono state espresse alcune richieste di approfondimento riguardante l'analisi della componente Atmosfera relativa alla fase di cantiere ed in particolare:

- Per la fase di cantiere, si ritiene necessario integrare la stima degli impatti utilizzando nel modello di dispersione come dato di input tutte le emissioni di polveri associate a tutti gli interventi e alle relative attività di lavorazione. Si segnalano per una corretta stima delle emissioni da polvere le "Linee guida per intervenire sulle attività che producono polveri", redatte da ARPA Toscana. Vista la complessità degli interventi che saranno effettuati in fase di cantiere, si ritiene necessario analizzare la stima dei seguenti impatti indotti dal traffico di cantiere:
  - la stima delle emissioni dei gas di scarico dei mezzi di trasporto dei materiali da e verso i cantieri e i fattori di emissioni per tutti gli inquinanti in input al modello di simulazione
  - i flussi di traffico (numero di veicoli, tratte interessate, ecc.) generati da ogni singolo cantiere e cumulati lungo le viabilità percorse, considerando quindi tutte le infrastrutture esistenti interessate dai suddetti flussi di cantiere in un ambito territoriale sufficientemente rappresentativo
  - la stima delle ricadute a scala locale di inquinanti emessi dai mezzi pesanti che transitano lungo le vie di accesso alle aree di cantiere e del sollevamento polveri causato dal movimento dei mezzi e movimenti terra all'interno delle aree di cantiere sensibili

Infine, si ritiene opportuno corredare tale analisi con una cartografia tematica in scala adeguata che individui le aree più sensibili e riportare, sia su mappa sia in formato tabellare, i valori di concentrazione degli inquinanti al suolo ai ricettori discreti (es. case, scuole, cimiteri, ecc.) individuati.

- Si ritiene necessario integrare il SIA con la valutazione degli impatti in fase di cantieri dovuti all'infrastruttura ferroviaria, riportando la stima delle emissioni dei gas di scarico dei mezzi di trasporto dei materiali, i flussi di traffico (numero di veicoli, tratte interessate, ecc.) generati da ogni singolo cantiere e la stima delle ricadute a scala locale di inquinanti emessi dai mezzi pesanti e del sollevamento polveri, individuando le aree più sensibili e riportare, sia su mappa sia in formato tabellare, i valori di concentrazione degli inquinanti al suolo ai ricettori discreti (es. case, scuole, cimiteri, ecc.) individuati.

Sulla base di quanto richiesto, è stato ritenuto opportuno suddividere il lavoro di integrazione in tre punti:

1. Determinazione, tramite consultazione del documento redatto da ARPA Toscana "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti", dei fattori di emissione maggiormente rappresentativi delle attività di cantiere individuate in questo Studio di Impatto Ambientale;
2. Stima dei traffici veicolari relativi alle attività di cantiere nell'aeroporto di Milano Malpensa e alla costruzione della linea ferroviaria Milano Malpensa T2 – Gallarate;
3. Ricaduta dei flussi di traffico veicolare e del sollevato di materiale particolato durante le attività di cantiere su scala locale, tramite stima dei contaminanti (NO<sub>x</sub>, CO, PM<sub>10</sub>).

## 2 LINEE GUIDA ARPA TOSCANA E FATTORI DI EMISSIONE

### 2.1 Aspetti generali

In relazione alla richiesta di integrazioni, è opportuno specificare come quanto condotto all'interno dello SIA, fosse coerente con la logica di lavoro proposta dalle LLGG di ARPA Toscana e ne fosse una diretta applicazione.

Quanto sviluppato nello SIA, con particolare riferimento ai fattori di emissione, elemento centrale dell'analisi, è sviluppato a partire dal documento US EPA AP-42 Compilation of Air Emissions Factors, ossia lo stesso riferimento delle citate LLGG.

Dal punto di vista dell'applicazione invece nello SIA si è scelto di effettuare direttamente una simulazione di tipo diffusionali invece di fare riferimento alle tabelle proposte dalle linee guida in quanto dette tabelle sono sviluppate in un'area climatica prossima all'abitato di Firenze. L'approccio proposto è pertanto cautelativo in quanto basato direttamente sulle simulazioni diffusionali e sulla valutazione dei risultati emersi.

Ad integrazione di quanto proposto nello SIA, il quale prevedeva già scenari cautelativi, si è scelto di integrare alcuni fattori di emissione, aumentando ulteriormente il fattore di cautela della simulazione, in quanto alcune lavorazioni saranno svolte in serie e non in parallelo.

Il lavoro di integrazione dei coefficienti di emissività relativa all'attività di cantiere è stato condotto, quindi, sulla base delle considerazioni fatte nel paragrafo 4.3.3 della parte IV del precedente SIA.

In particolare, La simulazione della dispersione di particolato è stata condotta considerando le seguenti attività di cantiere in parallelo, definendole quale scenario maggiormente critico (cfr. Par. 4.1 dello SIA nella logica del "Worst Case Scenario") :

1. T1 – Pier Sud (1.1.4);
2. T2 – Ulteriori sviluppi degli edifici arrivi e partenze (?);
3. Airport City – Smart Mobility Area (2.14) ed Hotel, Office Park, etc. (2.1.3);
4. Edificio di servizio e ricovero mezzi handlers (2.9.5);
5. Headquarter SEA (lotto 1 e 2) (2.20);
6. Edifici landside di support e uffici (lotto 1) (2.4.1. – 2.4.2);
7. Nuovo piazzale nord-ovest (3.1.4);
8. Nuova rapid exit taxiway 1 verso ovest (3.1.6);
9. Magazzini cargo di prima linea (modulo 1) (4.1.1)
10. Magazzini cargo prima linea sud (4.1.2).

La determinazione dei coefficienti di emissività specifici per l'attività di cantiere è stata ampliata prendendo spunto dal documento redatto da ARPA Toscana "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti", che riprende i criteri di valutazione proposti dall'US-EPA. Secondo le linee guida di ARPAT, le attività cantieristiche possono essere divise nelle seguenti operazioni (in parentesi sono indicati i riferimenti al testo dell'US-EPA):

1. Processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale e all'attività di agglomerazione del materiale (AP-42 11.19.2);
2. Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
3. Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
4. Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5);

5. Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2);
6. Utilizzo di mine ed esplosivi (AP-42 11.9).

Nello specifico, le attività elencate nei punti 1, 5 e 6 non sono state prese in considerazioni in quanto non presenti o irrilevanti al fine di stimare la concentrazione di PM<sub>10</sub>.

Il fattore di emissione principale considerato nello SIA era il punto 3, fattore di emissione che considera le attività di movimentazione di materiale polverulento nella formazione di cumuli (assimilabile alla movimentazione/scavo di terre).

Come detto, aumentando il grado di cautela delle simulazioni è stata aggiunta anche la fase di scotico e sbancamento del materiale superficiale (2) e l'erosione superficiale del vento sui cumuli (4).

Di seguito vengono riportati i calcoli dei fattori di emissione utilizzati per le simulazioni.

## 2.2 Il calcolo dei fattori di emissione

### 2.2.1 Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3)

L'attività di rimozione degli strati superficiali del terreno, nota anche come scotico, e sbancamento del materiale, è eseguita di norma da ruspe o escavatori. Secondo quanto indicato dal paragrafo 13.2.3 "Heavy Constructions Operations" produce un rateo emissivo di 5.7 kg/km di PTS.

Nella tabella seguente sono riportate le azioni riferite al trattamento del materiale superficiale:

Operation	Material	Emissions By Particle Size Range (Aerodynamic Diameter) <sup>b,c</sup>				Units	EMISSION FACTOR RATING
		Emission Factor Equations		Scaling Factors			
		TSP ≤30 μm	≤15 μm	≤10 μm <sup>d</sup>	≤2.5 μm/TSP <sup>e</sup>		
Blasting <sup>f</sup>	Coal or overburden	0.00022(A) <sup>1.5</sup>	ND	0.52 <sup>e</sup>	0.03	kg/blast	C_DD
Truck loading	Coal	$\frac{0.580}{(M)^{1.2}}$	$\frac{0.0596}{(M)^{0.9}}$	0.75	0.019	kg/Mg	BBCC
Bulldozing	Coal	$\frac{35.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$	$\frac{8.44 (s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$	0.75	0.022	kg/hr	CCDD
	Overburden	$\frac{2.6 (s)^{1.2}}{(M)^{1.3}}$	$\frac{0.45 (s)^{1.5}}{(M)^{1.4}}$	0.75	0.105	kg/hr	BCDD
Dragline	Overburden	$\frac{0.0046 (d)^{1.1}}{(M)^{0.3}}$	$\frac{0.0029 (d)^{0.7}}{(M)^{0.3}}$	0.75	0.017	kg/m <sup>3</sup>	BCDD
Vehicle traffic <sup>g</sup>							
Grading		0.0034 (S) <sup>2.5</sup>	0.0056 (S) <sup>2.0</sup>	0.60	0.031	kg/VKT	CCDD
Active storage pile <sup>h</sup> (wind erosion and maintenance)	Coal	1.8 u	ND	ND	ND	$\frac{\text{kg}}{(\text{hectare})(\text{hr})}$	Ci_---

**Tabella 1 Fattori di emissione per il PM<sub>10</sub> relativi alle operazioni di trattamento di materiale (Fonte US EPA "AP-42: Compilation of Air Emissions Factors")**

Ai fini del calcolo delle emissioni di PTS derivanti da scotico e sbancamento di materiale, è stata presa in considerazione l'operazione di Bulldozing: Overburden. Nello specifico, ipotizzando che le dimensioni di particolato emesso siano inferiori ai 15 μm, il fattore di emissione relativo al PM<sub>10</sub> è stato calcolato attraverso la seguente equazione:

$$E_f (kg/h) = \frac{0.45s^{1.5}}{M^{1.4}} * 0.75$$

Dove M indica il contenuto di umidità (%), pari a 4.8 e s il contenuto di limo (%). In mancanza di informazioni precise riguardo la stima di s, è stato utilizzato ai fini del calcolo un contenuto di limo del 2.5% (fonte: Tabella 11.9-4, Capitolo 11.9 del documento AP-42).

Alla luce di tali considerazioni, il fattore di emissione riferito alle attività di scotico e sbancamento è stato calcolato, indipendentemente dall'attività di cantiere considerata, pari a 0.0412 g/s.

### 2.2.2 Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4)

La determinazione dei fattori di emissione relativa a formazione e stoccaggio di cumuli è stata ampiamente trattata nel paragrafo 4.3.3 della parte IV del precedente Studio di Impatto Ambientale. Si riportano di seguito i fattori di emissione calcolati per le aree di lavoro.

Codice aggiornato	Aree di lavoro	Emissione (g/s)
1.1.4	T1 – Pier Sud	1,7E-04
Cod.	T2 – Ulteriori sviluppi degli edifici arrivi e partenze	1,0E-04
2.1.1	Airport City – Smart Mobility Area	1,9E-03
2.1.3	Airport City – Hotel, Office park, etc.	6,0E-04
2.9.5	Edificio di servizio e ricovero mezzi handlers	1,4E-04
2.4.1 - 2.4.2	Headquarter SEA (lotto 1 e 2)	1,2E-04
2.5.1 - 2.5.2	Edifici landside di support e uffici (lotto 1)	4,4E-04
3.1.4	Nuovo piazzale nord-ovest	8,8E-04
3.1.6	Nuova rapid exit taxiway 1 verso ovest	9,2E-05
4.1.1	Magazzini cargo di prima linea nord	2,1E-04
4.1.2	Magazzini cargo prima linea sud	6,9E-04

Tabella 2 Fattori di emissione per ogni area di lavoro riferiti ad attività di formazione e stoccaggio cumuli

### 2.2.3 Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5)

Le emissioni di particolato dovute all'erosione dei cumuli sono causate dall'occorrenza di venti intensi che spirano su di essi. Nel paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" dell'AP-42 queste emissioni dipendono da due fattori:

- Il numero di movimentazioni del cumulo, intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- La velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

L'equazione per il calcolo del fattore di emissione che tiene conto di entrambi i fattori è la seguente (AP-42, paragrafo 13.2.5.3):

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è una costante, anche chiamata coefficiente aerodinamico, che tiene conto della grandezza della particella considerata (cfr. Tabella 3), N è il numero di giorni in cui il cumulo è sottoposto a movimentazioni e  $P_i$  è pari all'erosione potenziale.

<b>Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)</b>			
30 µm	<15 µm	<10 µm	<2.5 µm
1,0	0,6	0,5	0,075

**Tabella 3 Valori del coefficiente aerodinamico al variare della grandezza delle particelle (fonte: AP-42, paragrafo 13.2.5.3)**

Le linee guida AP-42 propongono la seguente equazione per il calcolo dell'erosione potenziale P:

$$P (m/s) = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Dove  $u^*$  rappresenta la velocità di attrito, mentre  $u_t^*$  rappresenta la velocità soglia di attrito. Per la determinazione di  $u_t^*$  si può far riferimento alla tabella seguente.

<b>Material</b>	<b>Threshold Friction Velocity (m/s)</b>	<b>Roughness Height (cm)</b>	<b>Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)</b>	
			<b>Z0=act</b>	<b>Z0=0,5cm</b>
Overburden	<b>1,02</b>	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

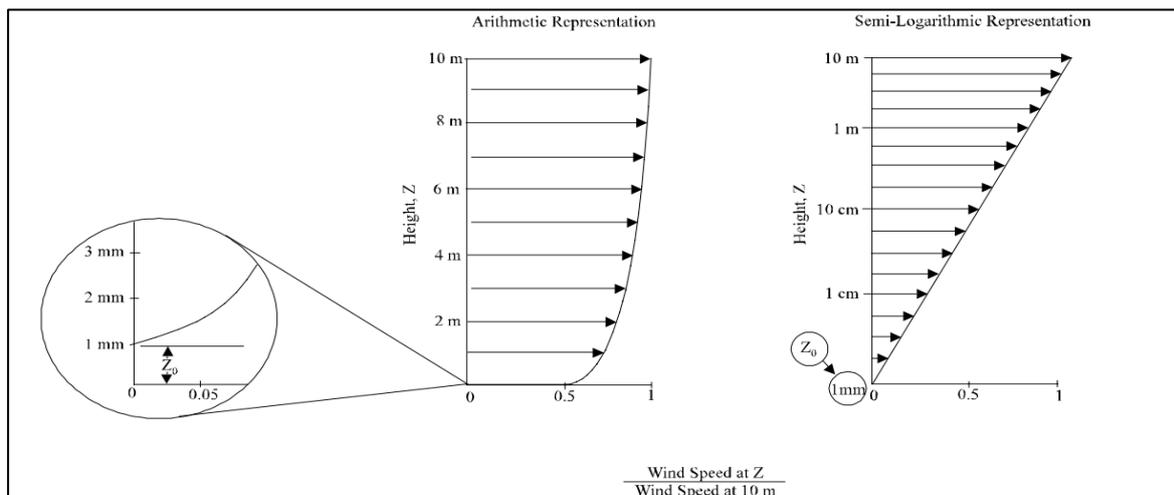
**Tabella 4 Valori tipici della velocità di attrito in funzione del materiale (fonte: AP-42, paragrafo 13.2.5.3)**

È importante evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto base su altezza sia inferiore a 0,2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere, si è ipotizzata la realizzazione di tale tipologia di cumuli. A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "overburden material".

È inoltre evidente che l'equazione appena descritta per il calcolo dell'erosione potenziale ha senso fisico solo nel caso in cui la velocità di attrito sia maggiore della velocità limite, che per l'attività di cantiere in esame vale 1.02 m/s.

Per quanto riguarda la velocità di attrito, è stata calcolata a partire dai valori di velocità determinati dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni. La relazione tra queste due grandezze nello strato limite superficiale è espressa tramite la legge di parete, che permette di definire un profilo semilogaritmico per le velocità del vento in funzione delle rispettive velocità di attrito. In formule:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$



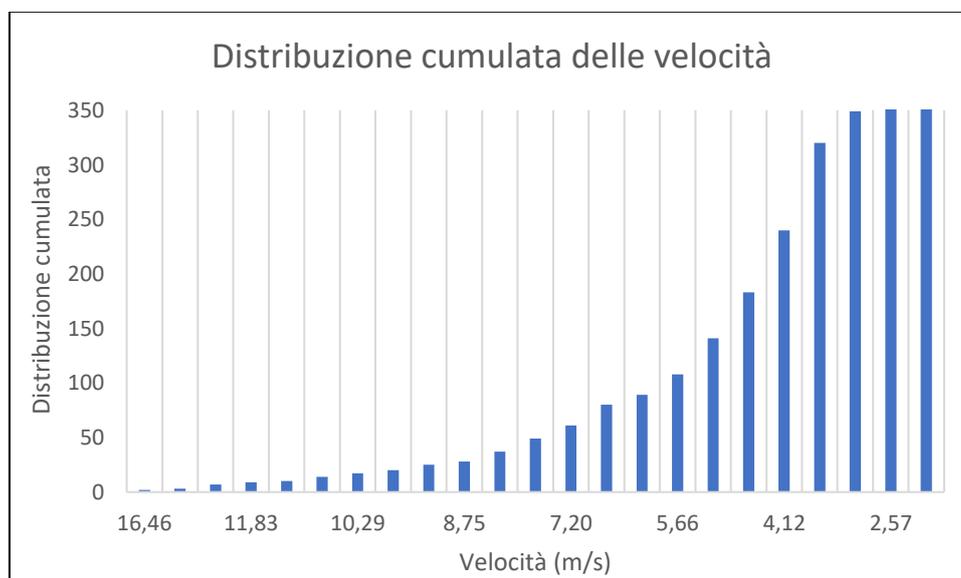
**Figura 1** Illustrazione del profilo semilogaritmico della velocità di attrito (fonte: AP-42, paragrafo 13.2.5.3)

Poiché i dati meteorologici sono misurati ad un'altezza di 10 metri, ed essendo a tale quota la rugosità pari a 0.5 cm, la legge di parete può essere scritta come:

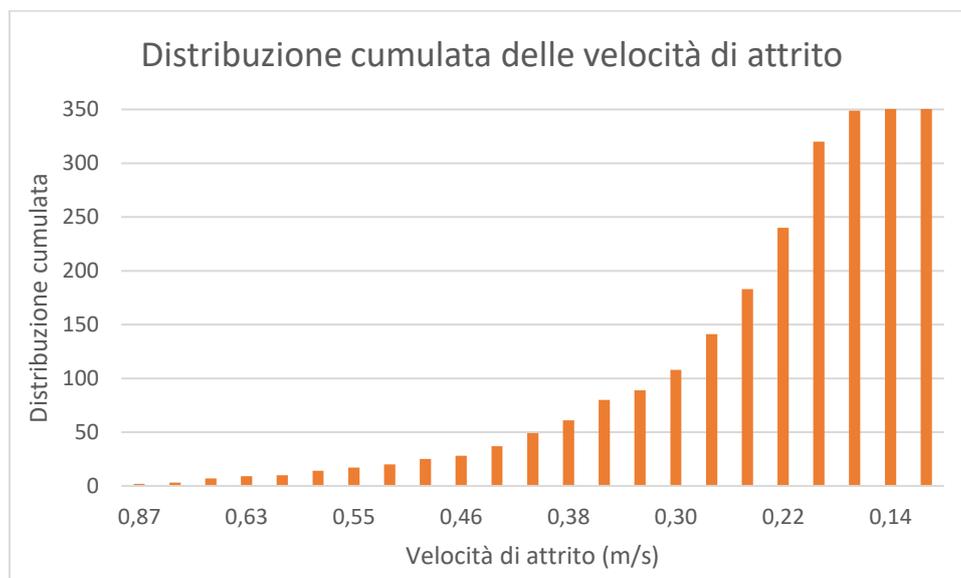
$$u^* = 0.053u_{10}^+$$

in cui  $u_{10}^+$  è il massimo valore di velocità misurato nell'arco della giornata dall'anemometro, dovendoci riferire ai valori soglia di attrito.

Nei grafici sottostanti è possibile osservare l'andamento cumulato dei massimi valori giornalieri di velocità misurate tramite anemometro (cfr. Figura 2) e velocità di attrito (cfr. Figura 3).



**Figura 2** Andamento cumulato delle velocità



**Figura 3 Andamento cumulato delle velocità di attrito**

Dall'analisi dei dati si può notare come la velocità di attrito  $u^*$  non superi il valore soglia di 1.02 m/s. Pertanto, ai fini della valutazione della dispersione di particolato  $PM_{10}$  in atmosfera, non è stato considerato l'apporto causato dall'erosione del vento dai cumuli.

#### 2.2.4 Sintesi dei fattori di emissioni utilizzati per le aree di cantiere

Ipotizzando sempre di valutare la dispersione di particolato nella situazione di "worst case" (vedi paragrafo 4.1 del precedente Studio di Impatto Ambientale),  $E_f$  è stato calcolato per ogni attività di cantiere come la somma dei fattori di emissioni relativi ad ogni operazione, che nel presente Studio di Impatto Ambientale riguardano lo scotico e sbancamento del materiale e formazione e stoccaggio dei cumuli. Di seguito sono riportati i valori dei fattori di emissione per ogni area di cantiere

Codice aggiornato	Aree di lavoro	Emissione totale (g/s)
1.1.4	T1 – Pier Sud	0,0414
1.1.10	T2 – Ulteriori sviluppi degli edifici arrivi e partenze	0,0413
2.1.1	Airport City – Smart Mobility Area	0,0431
2.1.3	Airport City – Hotel, Office park, etc.	0,0418
2.9.5	Edificio di servizio e ricovero mezzi handlers	0,0414
2.4.1 - 2.4.2	Headquarter SEA (lotto 1 e 2)	0,0413
2.5.1 - 2.5.2	Edifici landside di support e uffici (lotto 1)	0,0417
3.1.4	Nuovo piazzale nord-ovest	0,0421
3.1.6	Nuova rapid exit taxiway 1 verso ovest	0,0413
4.1.1	Magazzini cargo di prima linea nord	0,0414
4.1.2	Magazzini cargo prima linea sud	0,0419

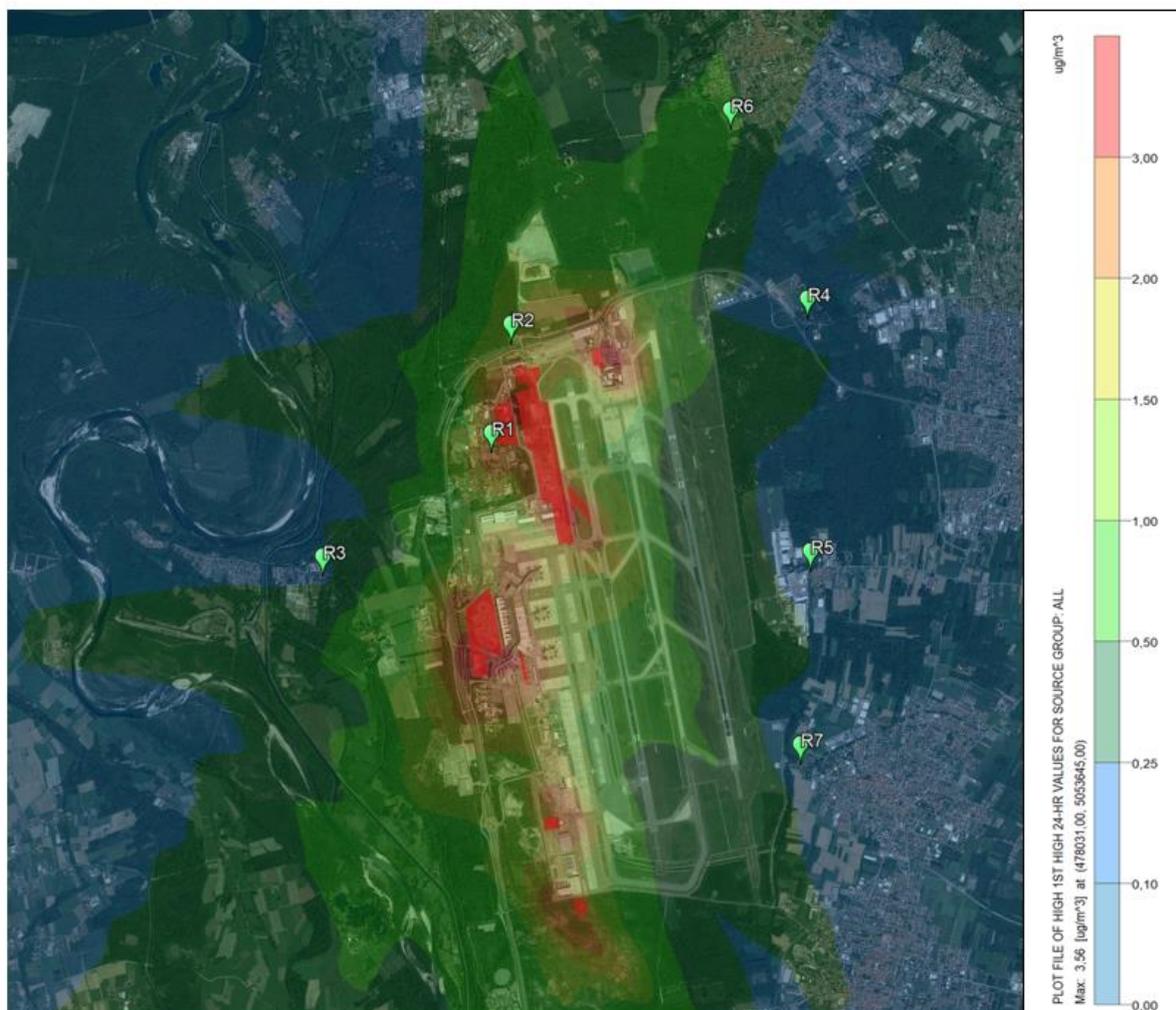
**Tabella 5 Fattori di emissione totali per ogni attività di cantiere**

#### 2.3 Risultati delle simulazioni per le polveri di Cantiere

Sulla base delle modifiche apportate ai fattori di emissione, è stato possibile simulare nuovamente, attraverso il software Aermid, il contributo in atmosfera di  $PM_{10}$  derivante dalle attività di cantiere. Per quanto riguarda i dati geometrici di input considerati nella simulazione

(caratteristiche della maglia di calcolo, coordinate dei ricettori discreti, orografia del terreno), si rimanda al paragrafo 4.4 della parte quattro dello SIA.

La simulazione è stata condotta ipotizzando un turno di lavoro giornaliero continuo di 8 ore.



**Figura 4 Concentrazioni massime giornaliere di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)**

Dalla Figura 4 emerge come i valori più alti di concentrazione di PM<sub>10</sub> siano localizzati in prossimità delle aree di cantiere relative alla realizzazione della Airport City, raggiungendo un valore massimo di 3,5 µg/m<sup>3</sup>.

Nella seguente tabella si riportano i nuovi valori stimati di PM<sub>10</sub> in corrispondenza dei ricettori puntuali.

Ricettori	Max giornaliero PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]
R1	2,54
R2	1,45
R3	0,18
R4	0,16
R5	0,20
R6	0,55

Ricettori	Max giornaliero PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
R7	0,19
<b>Limite per la protezione della salute umana (D. Lgs. 155/2010)</b>	50

Tabella 6 Confronto dei massimi valori giornalieri di PM10 stimati sui ricettori puntuali

Quanto emerge dalle simulazioni è un pieno rispetto dei limiti normativi. Si evidenzia come i valori stimati ai ricettori siano di fatto trascurabili in quanto il valore massimo ottenuto è comunque inferiore a circa il 5% del limite normativo.

Analogamente, possono essere fatte le stesse considerazioni per quanto riguarda la media annuale: i valori registrati in corrispondenza dei punti ricettori saranno sicuramente inferiori al limite normativo di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , non essendo presenti valori massimi giornalieri superiori a tale limite.

Stante quanto riportato in queste analisi si conferma quanto già analizzato nel citato paragrafo dello SIA in merito all'interferenze tra la componente Aria e Clima e le attività di cantiere.

### 3 STIMA TRAFFICO VEICOLARE E SOVRAPPOSIZIONE TRAFFICO CANTIERE FERROVIA

L'analisi dei flussi veicolari monodirezionali dovuti all'attività di cantiere è già stata trattata nel precedente Studio di Impatto Ambientali (vedi paragrafo 4.3 della parte IV).

Al fine di rispondere a quanto richiesto in merito alle analisi dei traffici veicolari è stato condotto uno specifico approfondimento riguardante il numero di viaggi/giorno e viaggi/ora relativo alle attività di cantiere presenti nel Masterplan 2035 e per la realizzazione della linea ferroviaria Malpensa T2 - Gallarate, assumendo un'operatività al giorno di:

- 10 ore per le operazioni di demolizioni, scavi in terra, realizzazione di nuovi edifici e nuove pavimentazioni;
- 8 ore per le attività di cantiere ferroviario relativo alla tratta Malpensa T2 – Gallarate.

	Fase 1					Fase 2					Fase 3				
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Scavi in terra</b>	20	9	10	15	6	32	35	17	15	3	9	8	6	3	3
<b>Nuovi edifici</b>	8	8	5	11	7	9	19	29	24	10	0	9	28	9	2
<b>Nuove pavimentazioni</b>	29	9	23	8	26	2	12	38	3	28	0	17	0	3	5
<b>Demolizioni</b>	0	1	0	1	0	0	12	3	0	1	0	13	0	0	0
<b>T2 - Gallarate</b>	0	26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Totale viaggi/giorno</b>	58	53	63	35	38	42	78	88	42	42	9	46	34	15	10
<b>Totale viaggi/ora media</b>	6	6	7	4	4	4	8	9	4	4	1	5	3	2	1
<b>Totale viaggi/ora di punta</b>	7	7	9	4	5	5	10	11	5	5	1	6	4	2	1

Tabella 7 Analisi monodirezionale dei flussi veicolari relativi alle attività di cantiere nell'Aeroporto di Malpensa

AREA DI LAVORO	da km 52+073,05 a km 53+106,1	da km 53+106,05 a km 53+795,00	da km 54+180,00 a km 54+765,00	da km 54+765,00 a km 55+992,00	da km 55+992,00 a km 56+417,00	da km 56+417,00 a km 56+637,00	da km 56+637,00 a km 56+749,07	da km 55+441,39 a km 56+088,05	da km 56+088,05 a km 56+755,06
OPERA PRINCIPALE	area di lavoro MXP e primo tratto galleria artificiale	ultimo tratto di galleria artificiale	galleria artificiale	trincea	galleria artificiale	scatolare aperto	rilevato	trincea	rilevato
N. di automezzi/giorno	26	34	12	14	9	11	0	2	6

**Tabella 8 Analisi monodirezionale dei flussi veicolari relativi alle attività di cantiere per la realizzazione della linea ferroviaria Malpensa T2 - Gallarate**

Ai fini della valutazione dell'incidenza dei traffici di cantiere sulla viabilità relativa alla diffusione di emissioni in atmosfera, è stato preso in esame il caso più critico, corrispondente alla somma del maggior contributo derivante dalle due attività di cantiere, ovvero 11 viaggi/ora per quanto riguarda l'ampliamento dell'Aeroporto di Malpensa e di 34 viaggi/giorno per la realizzazione della linea ferroviaria Malpensa T2-Gallarate, per un totale di 15 viaggi/ora.

Tali valori sono stati utilizzati, come riportato nel paragrafo successivo, al fine di poter stimare le ricadute e le interferenze con la componente Aria e Clima.

## 4 RICADUTE DEL TRAFFICO DI CANTIERE SULLA VIABILITÀ

### 4.1 Metodologia

In relazione alla richiesta di valutare le ricadute correlate al traffico di cantiere da e verso i siti di destinazione/produzione, stante il livello di approfondimento del livello progettuale, si è ritenuto maggiormente efficace effettuare una stima generale su tratti stradali al fine di poter generalizzare le conclusioni dell'analisi a qualunque area territoriale dovesse essere interferita da detto traffico.

Pertanto, la stima delle emissioni veicolari dovute alla cantierizzazione è stata calcolata considerando un tratto lineare di strada urbana a doppia percorrenza di lunghezza pari a 1km per i seguenti contaminanti:

- Monossido di carbonio (CO);
- Particolato grossolano (PM<sub>10</sub>);
- Diossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

La scelta di considerare una viabilità urbana è cautelativa in quanto è quella in cui, proporzionalmente, l'effetto del traffico di cantiere può essere maggiormente gravosa. Nella percorrenza autostradale o su strade extraurbane principali, il contributo del traffico di cantiere rispetto al traffico totale circolante sarebbe infatti trascurabile, stante i volumi determinati nel capitolo precedente<sup>1</sup>.

Una volta simulato tale tratto di 1 km viene valutata la ricaduta a diverse distanze al fine di poter determinare dopo quanto possa essere considerato trascurabile l'apporto di inquinanti generati dal traffico veicolare, indipendentemente dalla reale presenza di ricettori.

<sup>1</sup> considerando una capacità teorica di una corsia autostradale compresa tra i 1800 ed i 2000 veic./h l'apporto di 15 veic./ora sarebbe di fatto trascurabile)

## 4.2 Software di analisi

Per l'analisi emissiva è stato utilizzato il software Calroads View, che ci ha permesso di simulare la dispersione di inquinanti in atmosfera dovuta al traffico stradale.

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti prodotti dal traffico veicolare, invece, è Calroads View. Questo software integra su un'unica piattaforma grafica tre modelli differenti per l'analisi delle concentrazioni da traffico veicolare:

- Caline 4;
- CAL3QHC;
- CAL3QHCR.

Nel caso in esame è stato utilizzato, per la modellazione dell'area, il modello CAL3QHCR. Questo modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello i fattori di emissione generati dai veicoli ed il volume di traffico.

Il software, al fine di analizzare i dati meteorologici è integrato con un processore meteorologico specifico, RAMMET View, il quale partendo dai rilievi meteorologici a terra ed in quota è in grado di processare i dati al fine di poter generare un file di input utile per l'analisi delle dispersioni. Rammet View al suo interno contiene uno specifico processore, che attraverso leggi di correlazione specifiche è in grado di stimare il file del profilo meteorologico in quota a partire dai dati a terra.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni "link" simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato nello schema seguente.

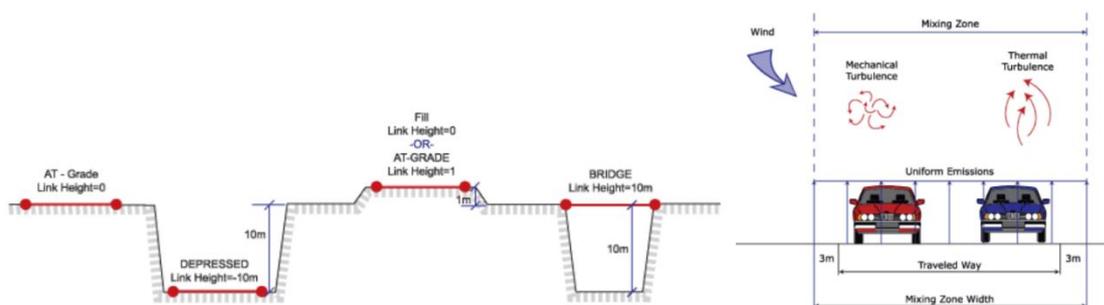


Figura 5 Schemi di modellazione del modello

In ultimo il software consente di inserire i recettori quali punti di calcolo del modello. I recettori possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda la prima tipologia di recettore, occorre definire la posizione in termini di X, Y e Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di recettori parallela al link selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S, come mostrato nella figura seguente. Per quanto riguarda la maglia, infine, occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.



Figura 6 Esempio di ricevitore a link

#### 4.2.1 Dati di input

Per quanto riguarda i dati di input del modello, è stata utilizzata una griglia di calcolo rettangolare formata da 400 nodi, con passo lungo l'asse orizzontale di 7,5m e di 10 metri lungo la verticale.

Volendo simulare la condizione di maggior criticità anche rispetto alle condizioni meteorologiche, la strada è stata disposta parallelamente rispetto alla direzione prevalente in cui spira il vento, ossia verso Sud (vedi paragrafo 4.2 della parte quattro del SIA).

Per quanto riguarda i veicoli, ed i relativi fattori di emissione, sono stati determinati in forma aggregata, non avendo informazioni circa la tipologia che potrà essere utilizzata, utilizzando i fattori di emissioni forniti dall'ISPRA<sup>2</sup>. In particolare, è stata utilizzata la classe Heavy Duty Trucks – Diesel – Rigid 20 – 26 t Euro V in percorrenza Urbana.

### 4.3 Risultati

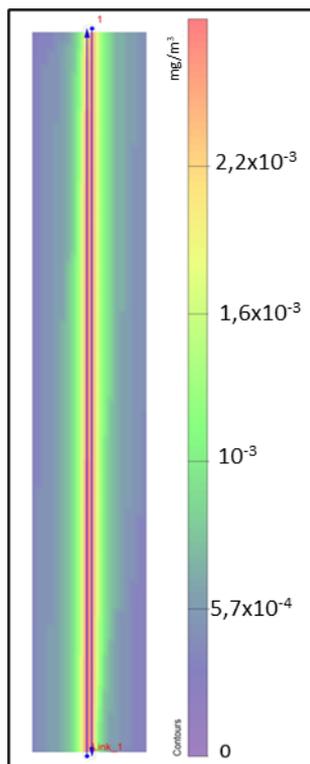
#### 4.3.1 Monossido di carbonio

In relazione ai limiti di legge previsti dal D. Lgs 155/2010, per il monossido di carbonio è stata valutata la media massima oraria nell'arco delle 8 ore, ipotizzando una emissione di 1,33 g/veicolo\*miglio.

I risultati della simulazione sono espressi graficamente nella Figura 7 in termini di concentrazione ppm sono stati poi convertiti in in mg/m<sup>3</sup>.

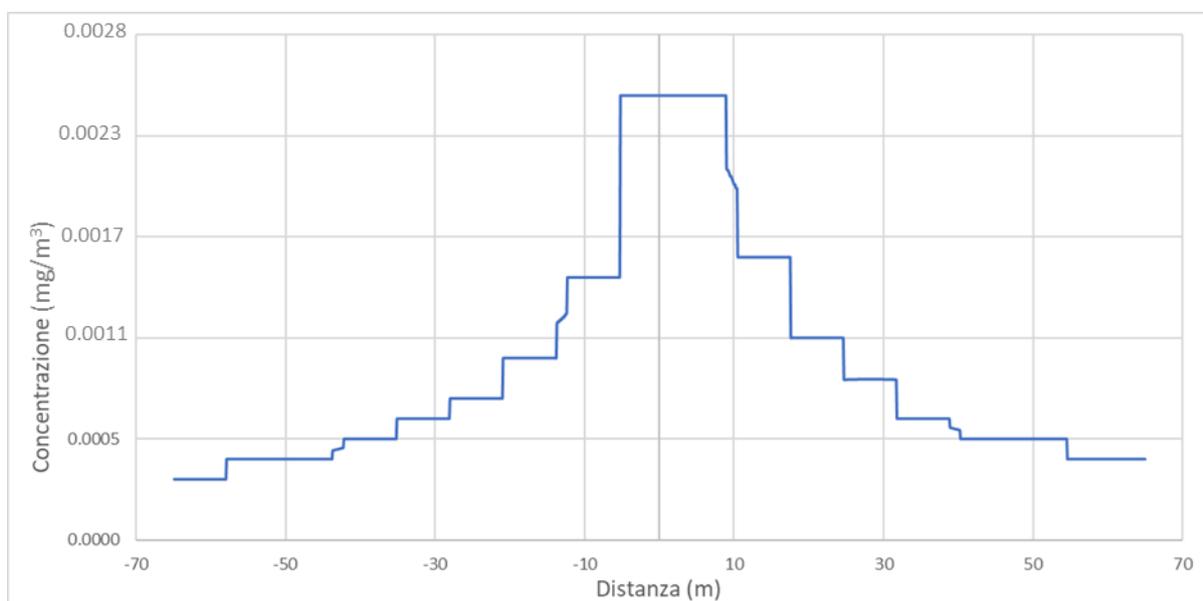
Come si può osservare, la concentrazione è massima in corrispondenza delle due strade poste al centro della figura, dove raggiunge il massimo valore di  $2,6 \times 10^{-3}$  mg/m<sup>3</sup>, per poi diminuire rapidamente verso l'esterno e raggiungere a 65 metri di distanza dal sedime stradale una concentrazione di  $3,4 \times 10^{-4}$  mg/m<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> fetransp.isprambiente.it



**Figura 7 Concentrazione massima oraria nell'arco delle 8 ore per il monossido di carbonio (ppm)**

In Figura 8 è mostrato l'andamento della concentrazione di inquinante alla sinistra e alla destra della strada, per una sezione trasversale alla direzione del traffico veicolare.



**Figura 8 Valori di concentrazione per il monossido di carbonio sezione trasversale alla strada (mg/m³).**

Quanto emerge dalla lettura dei dati su detta sezione trasversale conferma quanto già mostrato a livello grafico. I valori in prossimità dell'infrastruttura a circa 5-10 metri dal centro della sorgente sono pari a  $2,6 \times 10^{-3}$  mg/m<sup>3</sup>.

Anche considerando il caso peggiore di attraversamento di un centro abitato con presenza di edifici frontisti rispetto all'infrastruttura, tale valore risulta comunque molto inferiore al limite normativo ed il contributo pertanto trascurabile.

Nel caso di percorrenza di tratti extraurbani i cui ricettori si possono trovare ad una distanza superiore ai 10 metri, ricompresi ad esempio tra i 10 ed i 50 metri il valore scende ulteriormente a valori di  $1,5 \times 10^{-3} \text{ mg/m}^3$ .

Pertanto, la concentrazione massima di monossido di carbonio mediata nelle otto ore consecutive risulta nettamente inferiore rispetto al limite di legge, posto pari a  $10 \text{ mg/m}^3$  ed il contributo derivante dal traffico di cantiere conseguentemente trascurabile.

#### 4.3.2 PM<sub>10</sub>

In relazione ai limiti di legge previsti dal D.Lgs155/2010, per il particolato grossolano è stata valutata la massima concentrazione giornaliera e la concentrazione media annuale, ipotizzando una emissione di  $0,1116 \text{ g/veicolo} \cdot \text{miglio}$ .

I risultati della simulazione sono espressi graficamente nella Figura 9 in termini di concentrazione massima giornaliera espressa in  $\mu\text{g/m}^3$ .

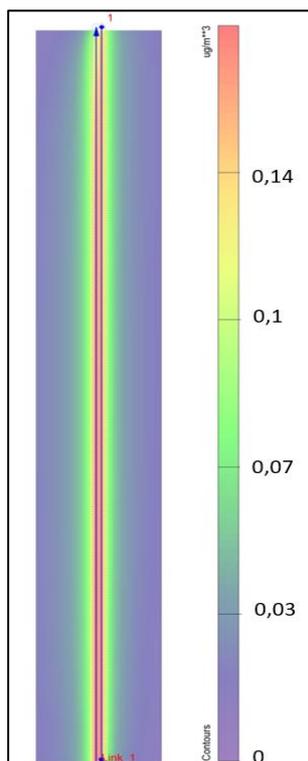
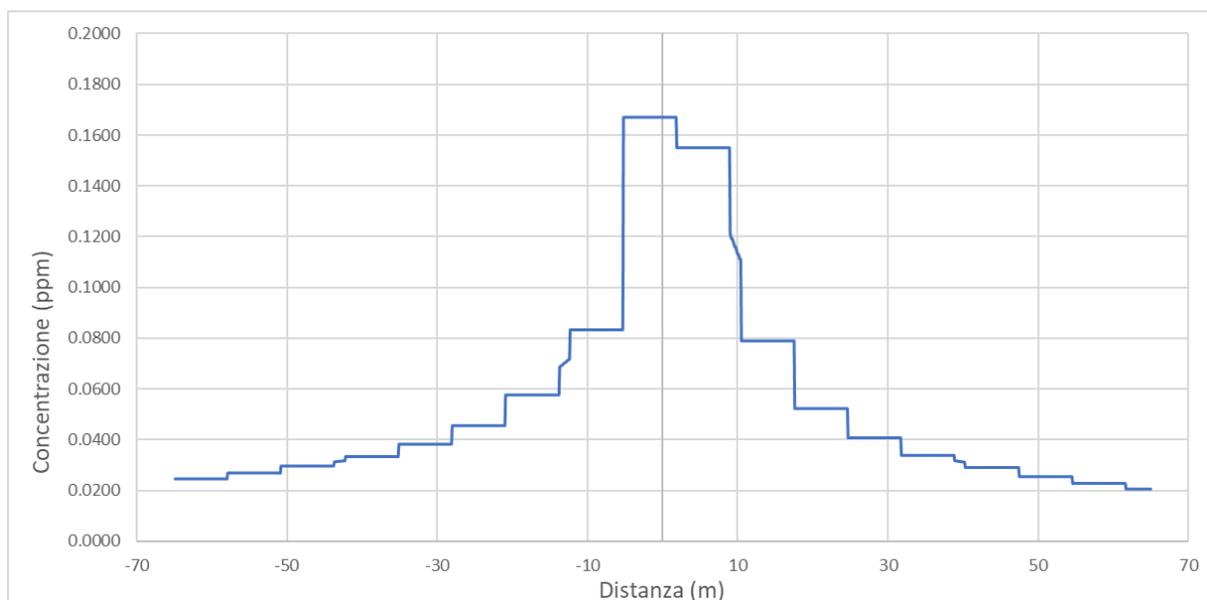


Figura 9 Concentrazione massima giornaliera per PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g/m}^3$ )

Come si può osservare, l'inquinante è massimo in corrispondenza delle due strade dove raggiunge il valore di  $0,14 \mu\text{g/m}^3$ , per poi diminuire rapidamente verso l'esterno, fino a raggiungere un valore di  $0,03 \mu\text{g/m}^3$  a 65 metri di distanza dal centro. Nella figura seguente è invece mostrato l'andamento della concentrazione di inquinante alla sinistra e alla destra della strada, per una sezione trasversale alla direzione del traffico veicolare.



**Figura 10 Valori di concentrazione per PM<sub>10</sub> sezione trasversale alla strada ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Quanto emerge dalla lettura dei dati su detta sezione trasversale conferma quanto già mostrato a livello grafico. I valori in prossimità dell'infrastruttura a circa 5-10 metri dal centro della sorgente sono pari a  $0,16\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Anche considerando il caso peggiore di attraversamento di un centro abitato con presenza di edifici frontisti rispetto all'infrastruttura, tale valore risulta comunque molto inferiore al limite normativo ed il contributo pertanto trascurabile.

Nel caso di percorrenza di tratti extraurbani i cui ricettori si possono trovare ad una distanza superiore ai 10 metri, ricompresi ad esempio tra i 10 ed i 50 metri il valore scende ulteriormente a valori di  $0,08\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pertanto, la concentrazione massima di particolato grossolano mediata nelle ventiquattro ore consecutive risulta nettamente inferiore rispetto al limite di legge, posto pari a  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed il contributo derivante dal traffico di cantiere conseguentemente trascurabile.

Analogamente, possono essere fatte le stesse considerazioni per quanto riguarda la media annuale: i valori registrati saranno sicuramente inferiori al limite normativo di  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ , non essendo presenti valori massimi giornalieri superiori a tale limite.

#### 4.3.3 NO<sub>2</sub>

In relazione ai limiti di legge previsti dal D.Lgs155/2010, per il diossido di azoto è stata valutata la massima concentrazione oraria e la concentrazione media annuale, ipotizzando una emissione di  $0,5518\text{ g}/\text{veicolo}\cdot\text{miglio}$ .

I risultati della simulazione sono espressi graficamente nella Figura 11 in termini di concentrazione massima oraria espressa in ppm ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Come si può osservare, l'inquinante è massimo in corrispondenza delle due strade dove raggiunge il valore di  $0,7\mu\text{g}/\text{m}^3$ , per poi diminuire rapidamente verso l'esterno, fino a raggiungere un valore di  $0,01\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 65 metri di distanza dal centro.

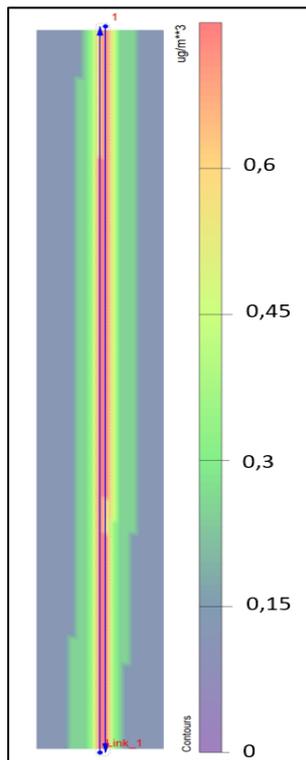


Figura 11 Concentrazione massima oraria per NO<sub>2</sub> (ppm)

L'andamento gaussiano della concentrazione di NO<sub>2</sub> trasversalmente alla strada è espresso nella figura seguente.

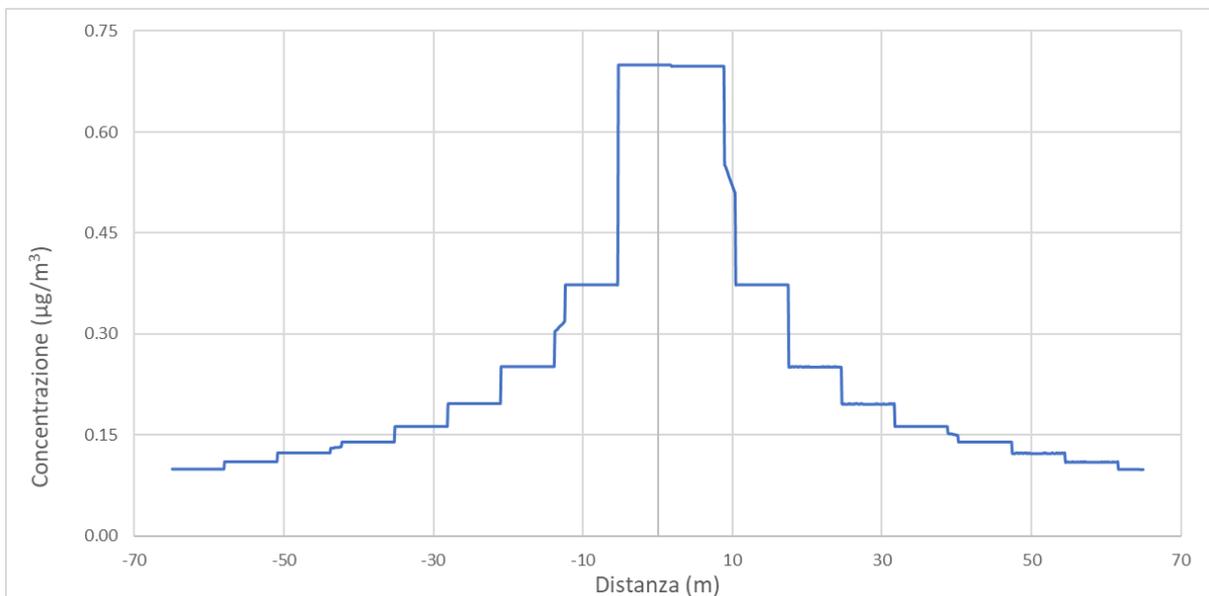


Figura 12 Valori di concentrazione per NO<sub>2</sub> sezione trasversale alla strada (µg/m<sup>3</sup>)

Quanto emerge dalla lettura dei dati su detta sezione trasversale conferma quanto già mostrato a livello grafico. I valori in prossimità dell'infrastruttura a circa 5-10 metri dal centro della sorgente sono pari a 0,7 µg/m<sup>3</sup>.



Anche considerando il caso peggiore di attraversamento di un centro abitato con presenza di edifici frontisti rispetto all'infrastruttura, tale valore risulta comunque molto inferiore al limite normativo ed il contributo pertanto trascurabile.

Nel caso di percorrenza di tratti extraurbani i cui ricettori si possono trovare ad una distanza superiore ai 10 metri, ricompresi ad esempio tra i 10 ed i 50 metri il valore scende ulteriormente a valori di  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pertanto, la concentrazione massima oraria di biossido di azoto risulta nettamente inferiore rispetto al limite di legge, posto pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed il contributo derivante dal traffico di cantiere conseguentemente trascurabile.

Analogamente, possono essere fatte le stesse considerazioni per quanto riguarda la media annuale: i valori registrati saranno sicuramente inferiori al limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , non essendo presenti valori massimi giornalieri superiori a tale limite.