

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005

WBS B25.A31N.L1

COMMESSA J16L1

COMMITTENTE



FUNZIONE PROGETTO VALDASTICO

**CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE**
Dott. Ing. Pier Mauro Masoli

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILI DELL'INTEGRAZIONE
TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. Dott. Ing. Andrea Rensio



PROGETTAZIONE:
ITALCONSULT



ELABORATO: DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PREDISPOSTA DURANTE LE PROCEDURE APPROVATIVE
INTEGRAZIONI RICHIESTE DAL MATTM
Studio modellistico dispersione inquinanti in atmosfera - Scenario di cantiere - integrazioni

Progressivo Rev.
21 02 02 003 00

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: -
00	04/2018	Prima Emissione	Reniero	Tamasan	Mondello	NOME FILE: J16L1_21_02_02_003_0101_OPD_A0.DOC
						CM. PROGR. FG. LV. REV. J16L1_21_02_02_003_0101_OPD_A0

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

Studio modellistico dispersione inquinanti in atmosfera - Scenario di cantiere - integrazioni

INDICE

1	PREMESSA	7
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
3	STATO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA ANTE-OPERAM	10
4	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO: CALMET/CALPUFF	12
5	CARATTERIZZAZIONE METEO CLIMATICA DELL’AREA - MODELLO CALMET 3D ARPAV	12
6	DEFINIZIONE DELLE GRIGLIE DI CALCOLO E RECETTORI	15
7	CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE	18
	7.1 IPOTESI MODELLISTICHE E SCHEMATIZZAZIONE SORGENTI EMISSIVE	20
	7.1.1 <i>CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AMBITO 1</i>	21
	7.1.2 <i>CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AMBITO 2</i>	43
	7.1.3 <i>IPOTESI CONSERVATIVE ASSUNTE NELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE</i>	59
8	ANALISI DEI RISULTATI E VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE – POST-OPERAM	60
9	BILANCIO EMISSIVO COMPLESSIVO PER LE ATTIVITA’ DI CANTIERE	63
	9.1 Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere	64
	9.2 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata	71
	9.3 Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale	72
	9.4 Sollevamento di polveri per stoccaggio dei materiali	73
	9.5 Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra	76
	9.6 Sollevamento di polveri per attività di frantumazione	76
	9.7 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada asfaltata	77
	9.8 Bilancio emissivo totale	78
10	CONCLUSIONI	79

Indice delle tabelle

Tabella 1: Valori limite di qualità dell’aria (Decreto Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155).....	9
Tabella 2: Concentrazioni di fondo rappresentative per i punti di monitoraggio	10
Tabella 3: Estensioni delle sorgenti emissive per l’Ambito 1	21
Tabella 4: Mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 1.....	22
Tabella 5: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere dell’Ambito1	23
Tabella 6: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET-ISPRA.....	24
Tabella 7: Emissioni di polveri PM ₁₀ da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area dell’Ambito1	24
Tabella 8: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata.....	26
Tabella 9: Tabella 13.2.2-2 USEPA AP42 – Definizione costanti K, a e b	27
Tabella 10: Tabella 13.2.2-1 USEPA AP42 – Definizione Parametro S.....	27
Tabella 11: Efficienza delle misure per il controllo delle emissioni derivanti da transito su strade non pavimentate.	28
Tabella 12: Stima delle emissioni di PM ₁₀ durante le attività di scotico, per ogni area di cantiere dell’Ambito1	29
Tabella 13: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da operazioni di scavo	30
Tabella 14: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da operazioni di scavo	30
Tabella 15: Tabelle AP42 – Definizione M (%).....	30
Tabella 16: Velocità media del vento nell’area di studio	31
Tabella 17: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute alla formazione di cumuli	31
Tabella 18: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute al carico e allo scarico.....	32
Tabella 19: Stima di polveri (PM ₁₀) totali prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico	32
Tabella 20: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di scavo dell’Ambito1	33
Tabella 21: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di scotico, nell’Ambito1	34
Tabella 22: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di realizzazione delle opere, nell’Ambito1	35
Tabella 23: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di scavo, nell’Ambito1	36
Tabella 24: Confronto fra le emissioni di polveri nella fase di scotico e di realizzazione e scavo	37
Tabella 25: Stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, per l’Ambito1	38
Tabella 26: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata.....	39

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Tabella 27: Tabella 13.2.2-2 USEPA AP42 – Definizione costante K.....	39
Tabella 28: Tabella 13.2.1-2 USEPA AP42 – Definizione Parametro SL	40
Tabella 29: Confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni.....	40
Tabella 30: Descrizione parametri necessari per calcolare l’erosione del vento su un cumulo.....	41
Tabella 31: Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	41
Tabella 32: Velocità di attrito limite e materiali.....	42
Tabella 33: Velocità media e massima del vento nell’area di studio.....	42
Tabella 34: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Ambito 1.....	43
Tabella 35: Estensioni delle sorgenti emissive per l’Ambito2	44
Tabella 36: Mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 2.....	45
Tabella 37: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere dell’Ambito2	46
Tabella 38: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET	47
Tabella 39: Emissioni di polveri PM ₁₀ da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area dell’Ambito2	47
Tabella 40: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata.....	48
Tabella 41: Stima delle emissioni di PM ₁₀ durante le attività di scotico, per ogni area di cantiere dell’Ambito2	49
Tabella 42: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute alla formazione di cumuli	50
Tabella 43: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute al carico	50
Tabella 44: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute allo scarico.....	51
Tabella 45: Stima di polveri (PM ₁₀) totali prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico	51
Tabella 46: Stima di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di scavo dell’Ambito2.....	51
Tabella 47: Emissione di polveri PM ₁₀ durante la fase di frantumazione all’interno dell’area CO8 dell’ambito2	52
Tabella 48: Fattori emissivi per attività di frantumazione riportati nelle Linee Guida Toscana.....	52
Tabella 49: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di scotico, nell’Ambito2	54
Tabella 50: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di realizzazione delle opere, nell’Ambito2	55
Tabella 51: Emissione di polveri PM ₁₀ nella fase di scavo, nell’Ambito2	55
Tabella 52: Confronto fra le emissioni di polveri nella fase di scotico e di realizzazione e scavo.	57
Tabella 53: Stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, per l’Ambito2	57

Tabella 54: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata.....	58
Tabella 55: Confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni.....	58
Tabella 56: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Ambito 2.....	59
Tabella 57: Uso delle aree di cantiere e durata delle attività all’interno delle aree.	64
Tabella 58: Mezzi utilizzati per le attività di cantiere	66
Tabella 59: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere	69
Tabella 60: Emissioni totali di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti.....	69
Tabella 61: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET	70
Tabella 62: Emissioni totali di inquinanti da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area	71
Tabella 63: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata.....	71
Tabella 64: Emissioni totali di polveri (PM ₁₀) dovute al transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata (all’interno delle aree di cantiere).....	72
Tabella 65: Emissioni totali di polveri (PM ₁₀) durante le attività di scotico.....	73
Tabella 66: Emissioni totali di polveri (PM ₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico	75
Tabella 67: Emissioni totali di polveri (PM ₁₀) prodotte durante gli scavi	76
Tabella 68: Emissione di polveri (PM ₁₀) durante la fase di frantumazione all’interno delle aree CO2 e CO8.....	77
Tabella 69: Fattori emissivi per attività di frantumazione riportati nelle Linee Guida Toscana.....	77
Tabella 70: Stima del transito totale di mezzi pesanti su strada asfaltata (piste di cantiere)	77
Tabella 71: Emissione di polveri (PM ₁₀) da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata (piste di cantiere)	78
Tabella 72: Bilancio emissivo complessivo per le attività di cantiere.....	78

Indice delle figure

Figura 1 Localizzazione dei punti di monitoraggio PD01, PD02, PD03, PD04 e delle aree di studio	11
Figura 2 Orografia Area - DEM.....	13
Figura 3 Uso del Suolo (Corine Land Cover – Fonte: regione Veneto)	14
Figura 4 Griglia di calcolo e DTM – Ambito 1	16
Figura 5 Griglia di calcolo e DTM – Ambito 2	17
Figura 6 Aree di Cantiere - Ambito 1	19
Figura 7 Aree di Cantiere - Ambito 2	20
Figura 8 – Localizzazione delle sorgenti nell’ Ambito 1	43
Figura 9 – Localizzazione delle sorgenti nell’ Ambito 2	59

1 PREMESSA

L’obiettivo del presente documento riguarda la stima degli impatti sulla qualità dell’aria indotti dalle attività di cantiere che si rendono necessarie per la realizzazione dell’opera A31 (Autostrada A 31 Nord Trento Rovigo – Tronco Trento - Valdastico – Piovene Rocchette), di seguito anche solo A31, ed in particolare le emissioni di polveri sottili (PM₁₀).

Per l’individuazione delle principali sorgenti di emissione presenti nell’area di studio e per la quantificazione dei livelli dei principali inquinanti atmosferici presenti “Ante-Operam” sono state utilizzate le informazioni sulla qualità dell’aria riportate al capitolo 3.

In particolare lo studio sarà costituito da due sezioni distinte:

- Simulazione modellistica, mediante codice CALPUFF, della dispersione di PM₁₀ rilasciato dalle attività di cantiere previste per la realizzazione dell’infrastruttura A31
- Bilancio Emissivo di PM₁₀, NO_x/NO₂, CO, C₆H₆ e VOC durante la fase di cantiere dell’infrastruttura A31.

La simulazione modellistica per la quantificazione degli impatti sulla qualità dell’aria determinati dalle emissioni atmosferiche di PM₁₀ determinate dalle diverse attività di cantiere, è stata svolta attraverso la seguente procedura:

- quantificazione delle emissioni rilasciate durante le attività di cantiere;
- caratterizzazione meteo-diffusiva dell’area oggetto delle operazioni di cantiere;
- simulazione modellistica mediante modello CALPUFF e stima delle concentrazioni medie giornaliere e medie annuali di PM₁₀ attese nell’area;
- calcolo delle concentrazioni totali di PM₁₀ attese nell’area, sommando il contributo del cantiere al livello di fondo (Cfr. capitolo 3);
- valutazione dei risultati in relazione ai limiti normativi vigenti.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La qualità dell’aria, nella normativa italiana, viene tutelata sia in termini di limiti alle emissioni (D.Lgs. 152/2006), ovvero attraverso limiti sulle concentrazioni di inquinanti nel momento in cui essi escono dalla sorgente ed entrano in contatto con l’atmosfera, sia in termini di immissioni (D.Lgs. 155/2010), ovvero le concentrazioni di inquinanti in aria presso i potenziali ricettori, imponendo limiti di concentrazioni per la qualità dell’aria ambiente.

Poiché l’oggetto dello studio riguarda la valutazione del progetto in termini di impatti sulla qualità dell’aria presso i recettori ovvero nei punti di immissione si procede nell’inquadramento normativo dei limiti di qualità dell’aria definiti D.Lgs. 155/2010.

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva Comunitarie 2008/50/CE, relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa, definisce (Allegato XI) i valori limiti e i valori obiettivo per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli ossidi di Azoto, il particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), il Piombo, il Benzene e il Monossido di Carbonio. Il decreto abroga di fatto tutto il corpo normativo previgente sulla Qualità dell’aria pur non portando modifiche ai valori limite/obiettivo per gli inquinanti già normati da leggi precedenti. L’allegato XIII definisce invece i valori obiettivo per la protezione della salute umana per Arsenico, Cadmio, Nichel e benzo(a)pirene.

Nella Tabella 1 sono indicati, per gli inquinanti menzionati, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro il quale il limite deve essere raggiunto.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l’anno civile (corrisponde al 99,726 perc.)	1° gennaio 2005
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l’anno civile (corrisponde al 99,178 perc.)	1° gennaio 2005
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile e Inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	-
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l’anno civile (corrisponde al 99,794 perc.)	1° gennaio 2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1° gennaio 2010
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM ₁₀	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l’anno civile (corrisponde al 90,410 perc.)	1° gennaio 2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2005
PM _{2,5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	1° gennaio 2015

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Pb	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m ³	1° gennaio 2005
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	1° gennaio 2010
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1° gennaio 2005
Arsenico	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012
cadmio	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		5 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		20 ng/m ³	31 dicembre 2012
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		1 ng/m ³	31 dicembre 2012

Tabella 1: Valori limite di qualità dell’aria (Decreto Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155)

3 STATO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA ANTE-OPERAM

Lo stato di qualità dell’aria in condizioni ante-operam è stato definito analizzando i dati resi disponibili dalla rete di monitoraggio ARPAV integrati con i dati raccolti da una specifica campagna di monitoraggio con mezzi mobili condotte dal proponente. La metodologia utilizzata è stata descritta nell’elaborato J16L1_050407002_0101_OPD_02.doc a supporto delle valutazioni sulla qualità dell’aria in condizioni di esercizio dell’opera. Non si ripercorre pertanto, nello specifico, l’analisi effettuata ma si ripropongono i risultati, rimandando all’elaborato citato per ogni approfondimento.

Analizzando ed elaborando statisticamente i dati di qualità dell’aria disponibili sono stati determinati i valori rappresentativi del fondo ante-operam, utilizzati per la quantificazione dell’impatto post-operam dell’opera A31 sommando al contributo dell’opera in esame simulato mediante modello di ricaduta (CALMET/CALPUFF) il valore di fondo ante-operam. In particolare per ciascun punto oggetto del monitoraggio con mezzo mobile sono stati determinati i valori rappresentativi del fondo per i diversi inquinanti di interesse, questi valori sono stati considerati costanti all’interno dell’area di pertinenza del punto di monitoraggio. Nella tabella che segue si riportano i valori statistici rappresentativi del fondo ante-operam stimati per i 5 punti di monitoraggio localizzati lungo il tracciato dell’A31.

Inquinante	Fondo				
NO₂ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	121,11	121,30	130,37	133,85	62,50
Media Annua Limite 40 µg/m ³	21,41	15,54	25,87	19,71	14,96
Dev,st orarie	16,22	16,23	17,40	18,71	10,34
99,794 perc Max oraria Limite 200 µg/m ³	89,21	80,19	99,39	95,95	48,80
Inquinante	Fondo				
NOX (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	316,81	320,24	339,67	487,52	191,75
Media Annua	30,07	22,06	33,41	28,39	22,00
Dev,st orarie	32,19	28,12	29,51	37,73	19,75
99,794 perc Max oraria	189,12	198,33	230,69	281,94	144,36
Inquinante	Fondo				
PM₁₀ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max giornaliera	84,52	124,95	142,97	75,29	126,93
Media annua Limite 40 µg/m ³	16,41	18,32	18,50	11,46	16,73
Dev,st giornaliera	13,46	14,66	17,34	8,47	13,72
90,410 perc Max giornaliera Limite 50 µg/m ³	31,47	33,05	38,07	20,86	33,66

Tabella 2: Concentrazioni di fondo rappresentative per i punti di monitoraggio

Nella figura che segue si riporta l'estensione delle aree di pertinenza per la rappresentazione delle concentrazioni di fondo ante-operam ai fini della simulazione modellistica. Per la simulazione modellistica in oggetto vengono considerati costanti i valori del punto di misura ATOPD-01 per l'Ambito 1 di studio e i valori del punto di misura ATOPD-03 per l'Ambito 2 di studio.

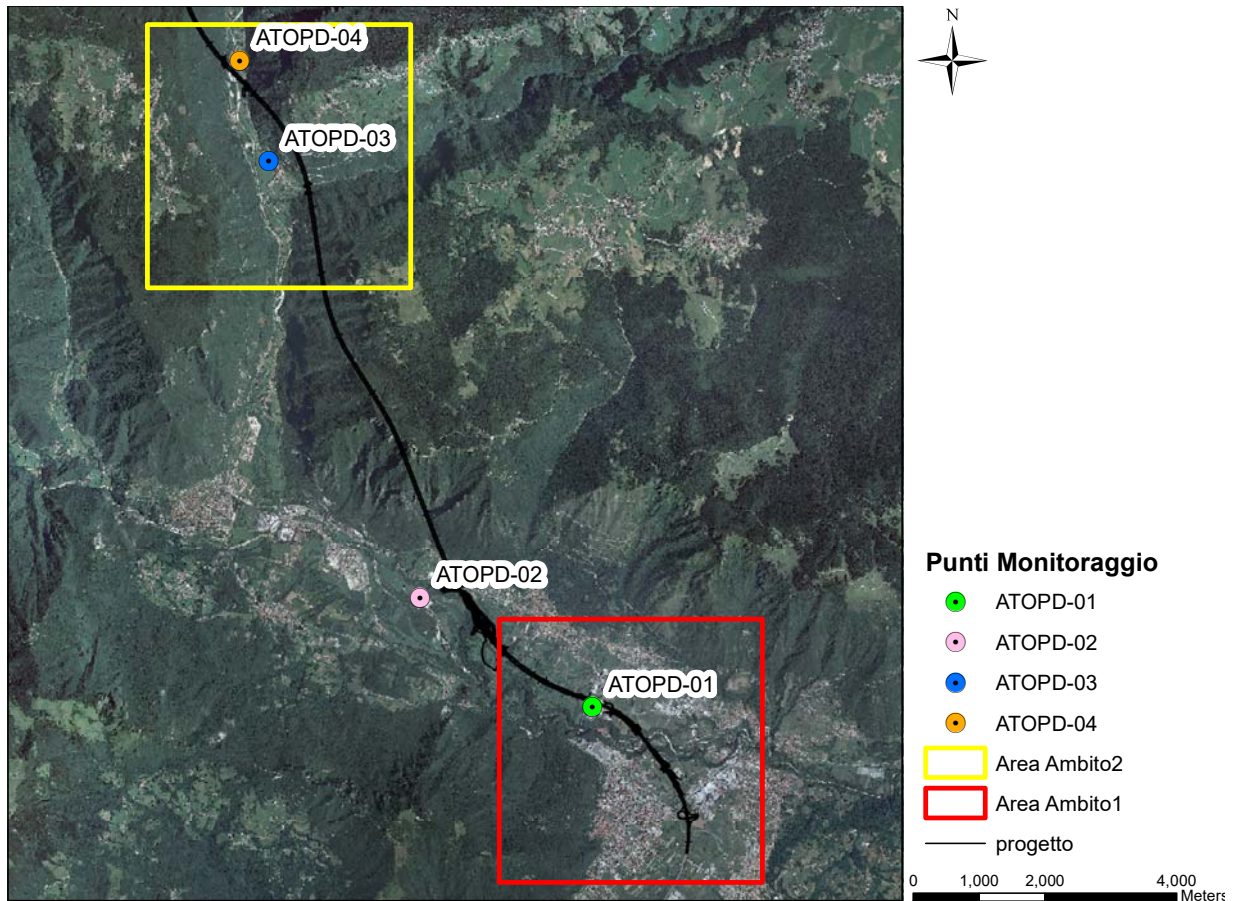


Figura 1 Localizzazione dei punti di monitoraggio PD01, PD02, PD03, PD04 e delle aree di studio

4 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO: CALMET/CALPUFF

La simulazione della dispersione delle emissioni oggetto del presente studio è stata effettuata utilizzando CALPUFF (Scire J.S. et al. 2000a), modello Gaussiano a puff sviluppato da Earth Tech Inc., associato a un modello meteorologico diagnostico per la ricostruzione di campi di vento, temperatura e pressione su aree ad orografia complessa CALMET (SCIRE et al., 2000b) e ad un postprocessore (CALPOST) per l'analisi dati degli output forniti dal modello. Si rimanda al documento J16L1_050407002_0101_OPD_02.doc per una descrizione del modello.

5 CARATTERIZZAZIONE METEO CLIMATICA DELL'AREA - MODELLO CALMET 3D ARPAV

I dati meteo-diffusivi orari elaborati da modello CALMET utilizzati come dati di input per la simulazione modellistica sono i medesimi dati utilizzati per lo studio di dispersione e ricaduta di inquinanti durante l'esercizio dell'opera e descritti nell'elaborato J16L1_050407002_0101_OPD_02.doc. Sono stati forniti dal dipartimento regionale per la sicurezza del territorio ARPAV Servizio Meteorologico di Teolo. I dati forniti da ARPAV consentono di studiare la dispersione degli inquinanti all'interno di un campo di moto 3D con una risoluzione spaziale elevata, questo aspetto risulta essere di fondamentale importanza nel caso sia presente una orografia complessa come quella dell'area di studio interessata dall'A31.

Il dominio di calcolo meteorologico (meteorological grid) del modello meteorologico 3D per il 2016 è caratterizzato da griglia di calcolo rettangolare con estensione pari a 14 x 20 km e con passo di 250 m. L'angolo Sud-Ovest del reticolo di riferimento è stato posizionato nel punto di coordinate UTM Fuso 32 N pari a E = 678750 m, N = 5067750 m, in modo da comprendere tutta l'area interessata dal progetto in esame.

La risoluzione verticale della griglia di calcolo è stata definita con 10 strati (20 m, 60 m, 120 m, 200 m, 300 m, 500 m, 750 m, 1000 m, 2000 m, 3000 m) fino ad un'altezza del dominio di 3000 m dal piano campagna, come mostrato nella figura seguente.

Il dominio di calcolo è stato caratterizzato attraverso le caratteristiche geofisiche dell'area:

- Orografia
- Uso del suolo

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

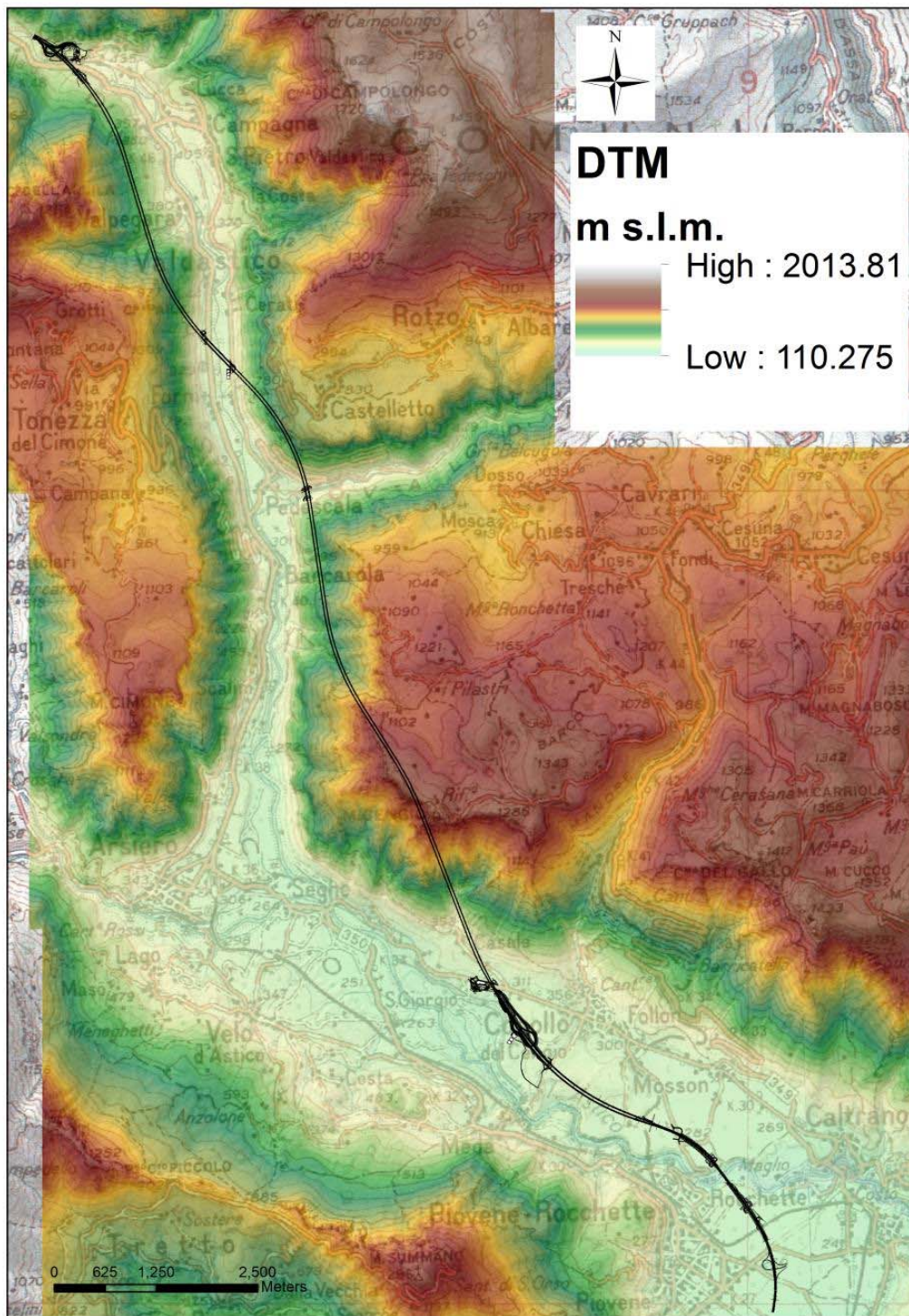


Figura 2 Orografia Area - DEM

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

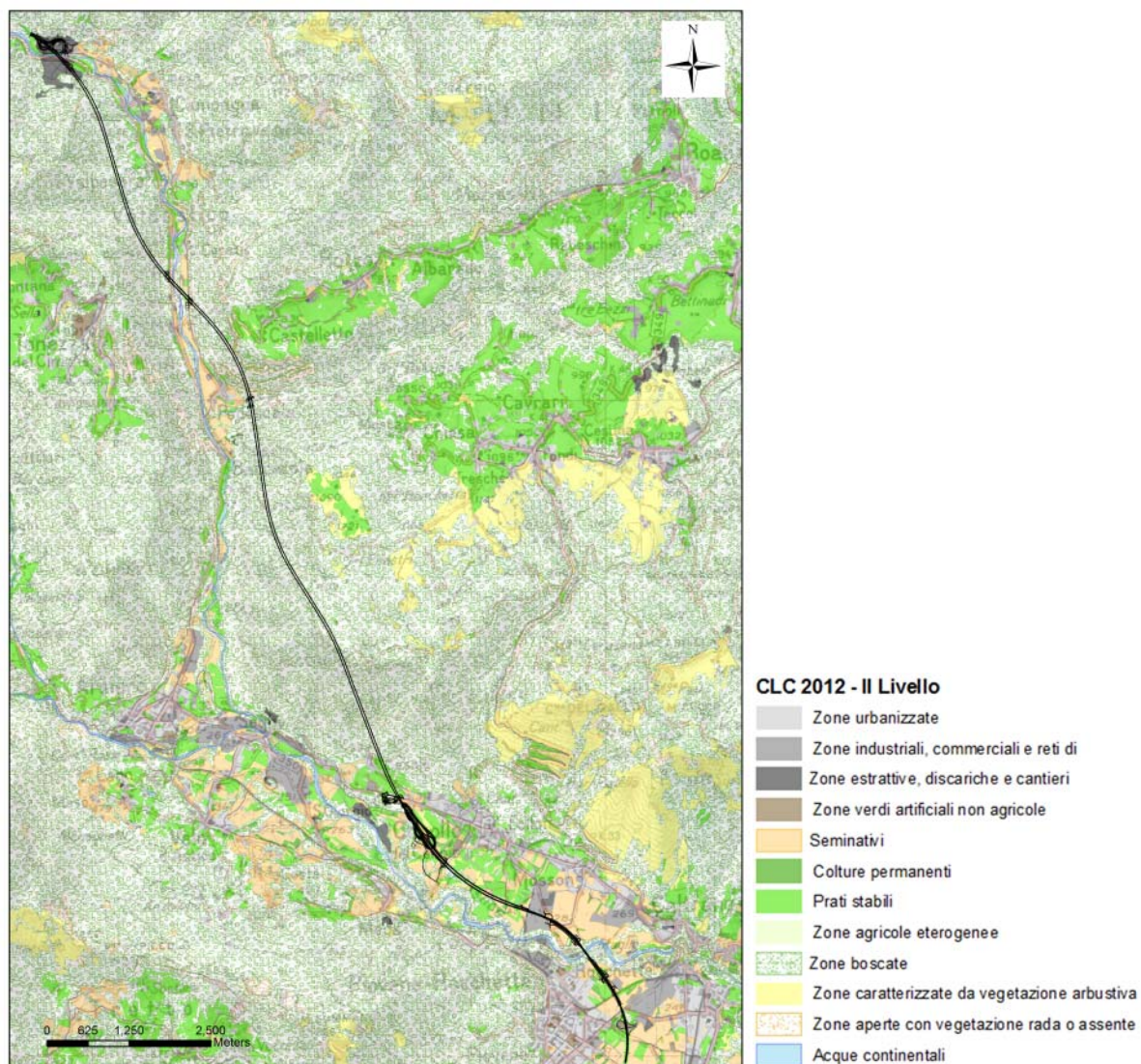


Figura 3 Uso del Suolo (Corine Land Cover – Fonte: regione Veneto)

6 DEFINIZIONE DELLE GRIGLIE DI CALCOLO E RECETTORI

La definizione dell'estensione e del numero di punti appartenenti alla griglia di calcolo utilizzata nelle simulazioni rappresenta una fase delicata in cui occorre stabilire il giusto compromesso tra velocità di calcolo e rappresentatività del fenomeno della ricaduta degli inquinanti rilasciati dalle sorgenti.

Per tale motivo, nell'ottica della stima relativa alle emissioni in atmosfera dovute alle attività di cantiere, all'interno dell'area di interesse sono state prese in esame 2 aree di studio, centrate sui tratti di interesse.

In particolare:

- L'ambito 1 ha estensione 4 x 4 km e comprende il tratto di autostrada Piovene - Rocchette, dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 1+650 km (cfr. Figura 4)
- L'ambito 2 ha estensione 4 x 4 km e comprende il tratto di autostrada tratto Pedescala, dalla progressiva 10+900 km alla progressiva 12+600 km (cfr. Figura 5).

I recettori, in corrispondenza dei quali sono state calcolate le concentrazioni degli inquinanti al suolo, appartengono a una griglia regolare di punti con un passo di 100 m. Complessivamente il numero totale di recettori è pari a 1681 per entrambi gli ambiti.

A ciascun punto della griglia di calcolo è stata assegnata la quota sul livello del mare derivata dal DTM (Modello Digitale del Terreno) della Regione Veneto con una risoluzione spaziale di 5 m.

Nelle figure che seguono si riportano l'estensione e la localizzazione delle aree di studio, delle griglie di calcolo utilizzate nelle simulazioni modellistiche ed il modello digitale del terreno.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

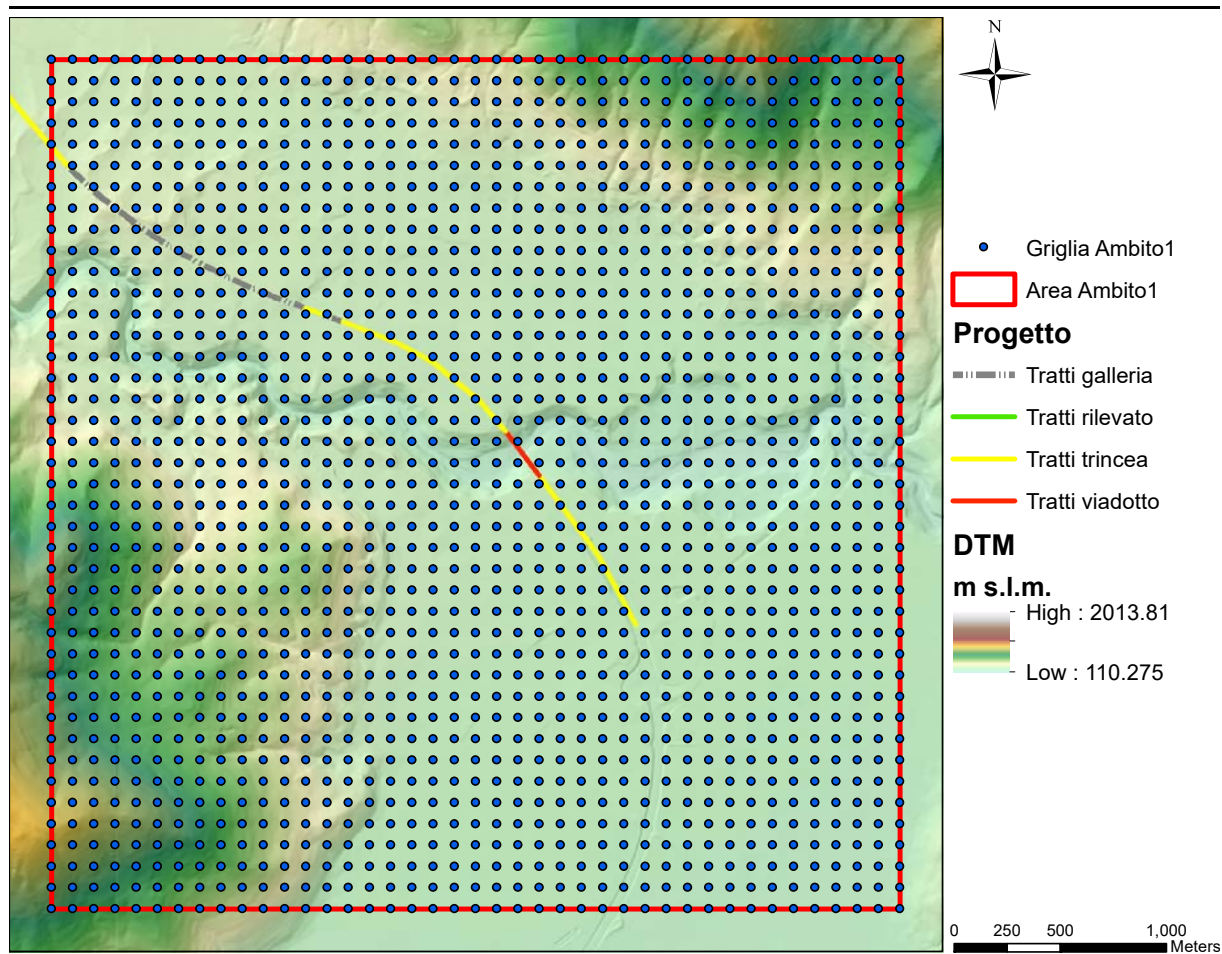


Figura 4 Griglia di calcolo e DTM – Ambito 1

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

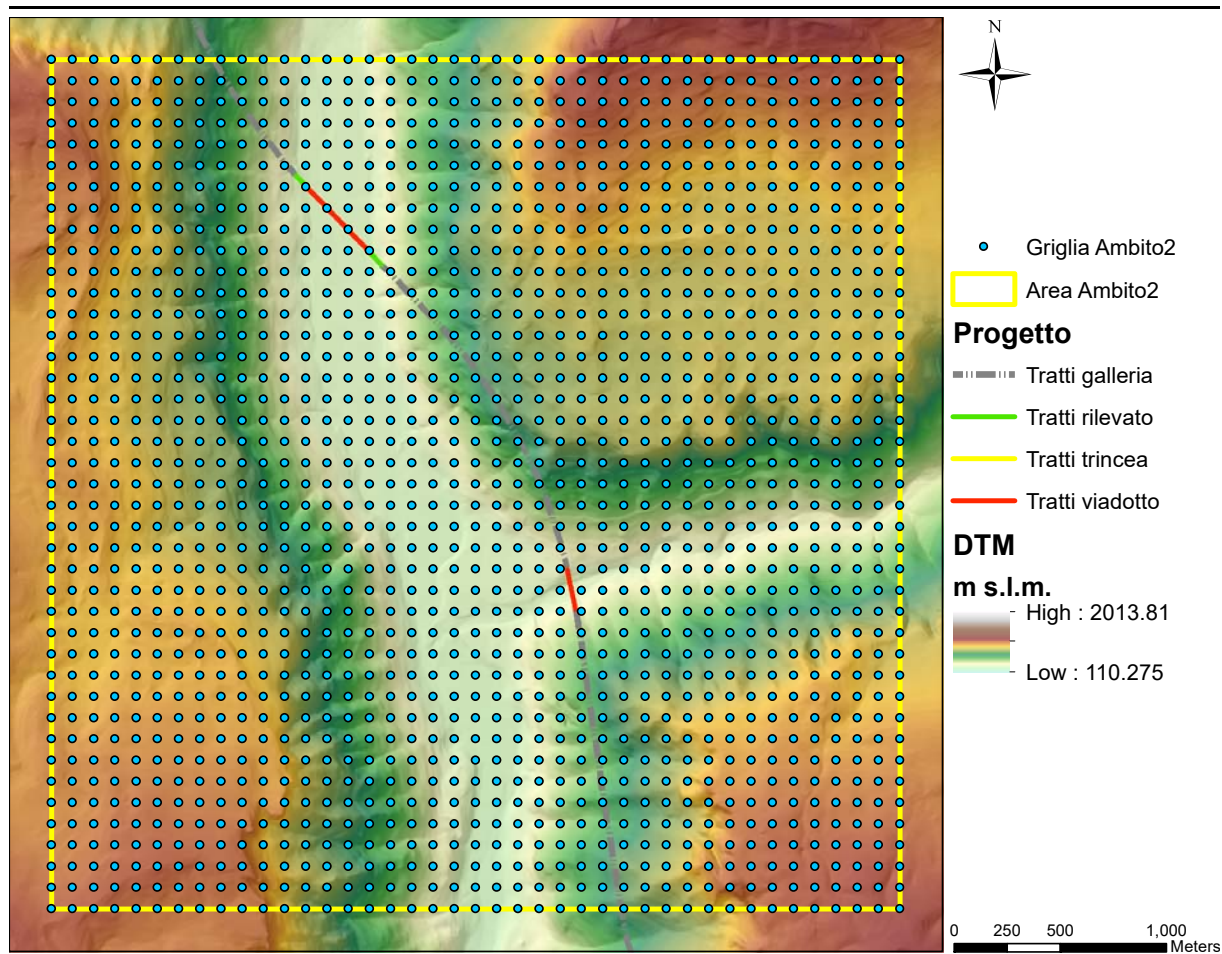


Figura 5 Griglia di calcolo e DTM – Ambito 2

7 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Nel presente studio vengono valutate le emissioni di PM₁₀ in due tratti significativi di realizzazione del progetto A31:

- Cantiere per la realizzazione del tratto Piovene Rocchette, dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 1+650 km, denominato “Ambito1”
- Cantiere per la realizzazione del tratto Pedescala, dalla progressiva 10+900 km alla progressiva 12+600 km, denominato “Ambito2”.

Le emissioni in atmosfera di PM₁₀, oggetto dello studio modellistico di dispersione, responsabili dell’impatto sulla qualità dell’aria per l’opera in esame sono determinate dalle attività connesse con la fase di cantiere e sono rappresentate dalle sorgenti emmissive associate ai mezzi operanti e alle operazioni svolte. L’entità delle emissioni varia quindi con le diverse fasi di lavoro a seconda dei mezzi pesanti utilizzati e a seconda della specifica fase in atto.

Le attività di cantiere nei due ambiti oggetti di studio si sviluppano nel modo seguente.

L’ambito 1 è articolato in 6 aree di cantiere, in particolare:

- Cantieri Operativi: CO1 - CO1 bis
- Aree Tecniche: AT1 - AT2 - AT3
- Cantiere Base: CB1.

Il cronoprogramma dei lavori si sviluppa nelle seguenti fasi:

- Fase 0: Realizzazione piste di cantiere e realizzazione delle aree di cantiere (scotico)
- Fase 1:
 - Realizzazione del Corpo Stradale (CS01) dalla p.k. 0+000 al Viadotto Piovene e attivazione e utilizzo dei Cantieri Operativi CO1+CO1bis (per la costruzione del CS01 - trincea)
 - Realizzazione Viadotto Piovene (VI01) e attivazione e utilizzo delle Aree Tecniche AT01 e AT02 (per la costruzione del viadotto Piovene VI01)
 - Realizzazione del Corpo Stradale (CS02) dal Viadotto Piovene alla SP350 + attivazione e utilizzo del Cantiere Base CB1 e dell'Area Tecnica AT3 (per la costruzione del Cavalcavia Via Colombara).

L’ambito 2 è articolato in 6 aree di cantiere, in particolare:

- Cantieri Operativi: CO5 - CO6 - CO7 - CO8
- Aree Tecniche: AT8 - AT8 bis.

Il cronoprogramma dei lavori si sviluppa nelle seguenti fasi:

- Fase 0: Realizzazione piste di cantiere e realizzazione delle aree di cantiere (scotico)

- Fase 1: Realizzazione della Galleria Cogollo - Scavo galleria Naturale (GN02) con TBM dalla p.k. 10+900 all'imbocco nord e attivazione e utilizzo dei Cantieri Operativi CO5+CO6 (per lo scavo della Galleria GN02)
- Fase 2: Realizzazione della Galleria Naturale Pedescala (GN03) in tradizionale e attivazione dei Cantieri Operativi CO7 e CO8
- Fase 3: Realizzazione del Viadotto Assa (VI02) e attivazione dell'Area Tecnica AT8 e AT8 bis.

Nelle immagini seguenti sono riportate le aree di cantiere per l'Ambito 1 e per l'Ambito 2.

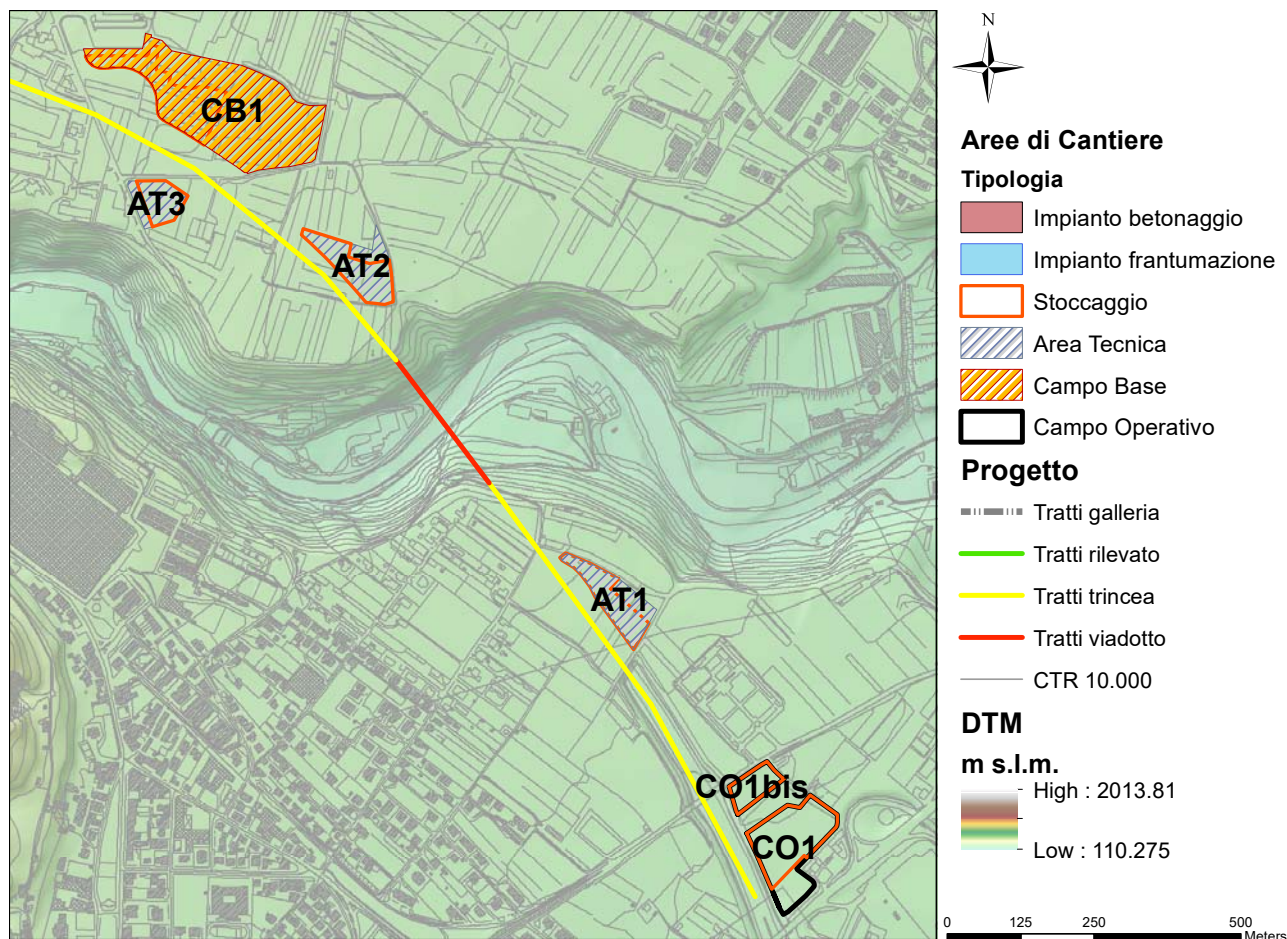


Figura 6 Aree di Cantiere - Ambito 1

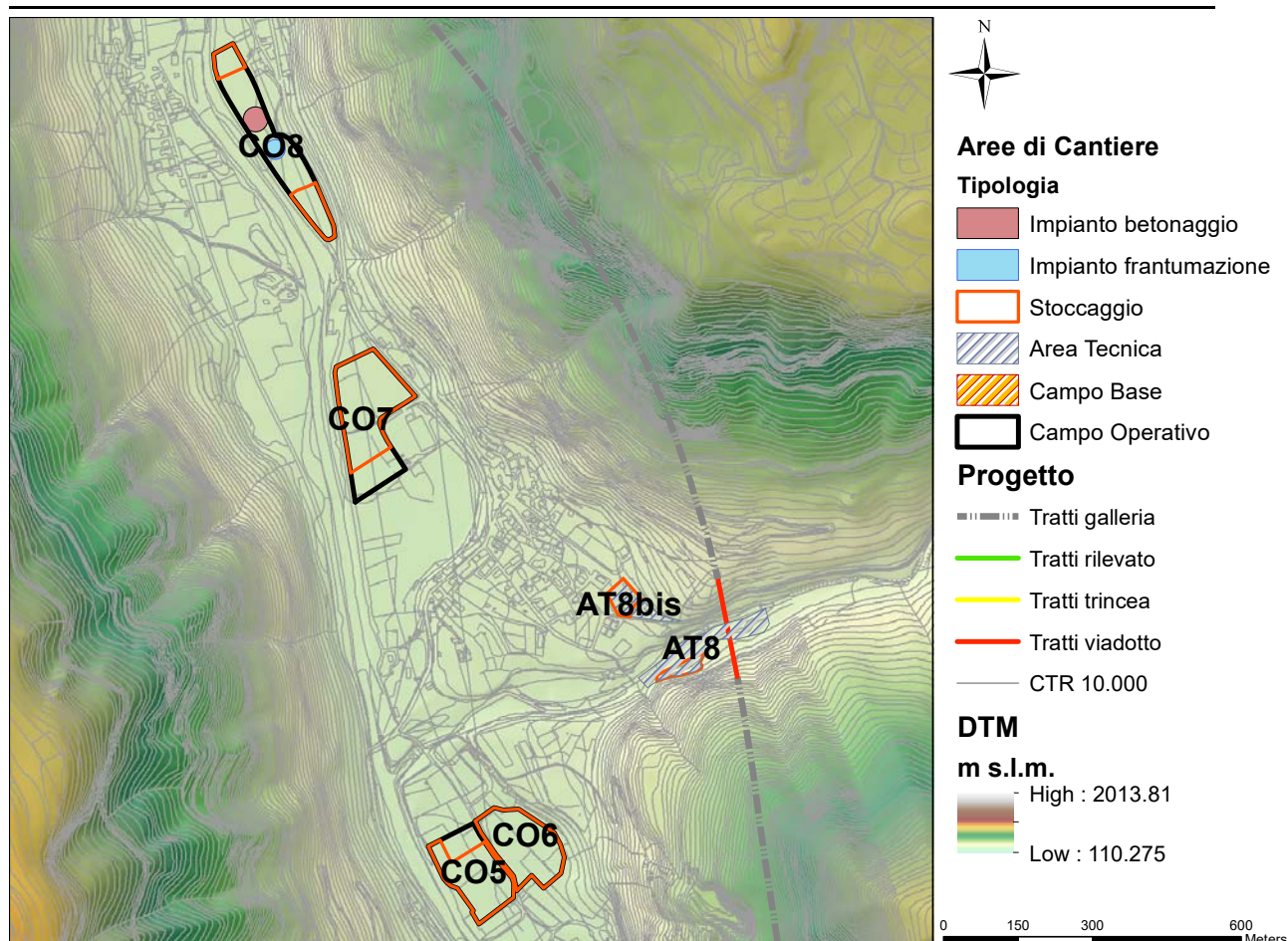


Figura 7 Aree di Cantiere - Ambito 2

7.1 IPOTESI MODELLISTICHE E SCHEMATIZZAZIONE SORGENTI EMISSIVE

Le simulazioni sono state condotte considerando due tipologie di sorgenti emmissive:

- I. sorgenti areali costituite dalle aree di cantiere (cantieri operativi, aree tecniche, cantiere base)
- II. sorgenti areali costituite dalle aree di scavo lungo il tracciato dell'opera A31.

Per ognuna di queste aree sono stati calcolati i fattori emissivi nelle due fasi principali di lavorazione:

- Fase 0 ovvero la fase di scotico
- Fase 1 ovvero la fase di realizzazione dell'opera e degli scavi.

Per la fase iniziale di scotico superficiale si è stimato che le emissioni di polveri siano determinate dalle seguenti operazioni di cantiere:

- Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere;
- Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale;
- Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata.

Per la fase di realizzazione dell’opera e degli scavi si è stimato che le emissioni di polveri siano determinate dalle seguenti operazioni di cantiere:

- Per le sorgenti areali costituite dalle aree di cantiere
 - o Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere;
 - o Sollevamento di polveri per stoccaggio dei materiali;
 - o Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata;
- Per le sorgenti areali costituite dalle aree di scavo lungo il tracciato dell’opera A31
 - o Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra.

Si è quindi valutato quale sia la fase maggiormente impattante ed è stata simulata tale fase, in via cautelativa.

Si riportano di seguito le stime delle emissioni per le diverse attività, per ognuno dei due ambiti oggetto di studio.

7.1.1 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AMBITO 1

All’interno dell’ambito di studio 1 vengono considerate le seguenti sorgenti areali:

- Aree di cantiere: CO1 - CO1 bis - AT1 - AT2 - AT3 - CB1
- Aree di scavo lungo il tracciato: CS01 (Corpo stradale CS01) - VI01 (Viadotto Piovene) - CS02 (Corpo stradale CS02).

Nella tabella seguente sono riportate le estensioni delle sorgenti per l’Ambito 1 che costituiscono le sorgenti emissive utilizzate nelle simulazioni modellistiche.

Ambito1	
Area	Superficie [m ²]
CO1	15734
CO1bis	3922
AT1	8648
AT2	9768
AT3	5665
CB1	44559
CS01	25139
VI01	7860
CS02	19950

Tabella 3: Estensioni delle sorgenti emissive per l’Ambito 1

Per la stima dell’emissione di particolato connesso con le attività elencate si procede nell’applicazione dei fattori di emissione riportati nella metodologia AP-42 sviluppata da USEPA. Tale metodologia consente di quantificare le emissioni di particolato per le principali attività/fasi del cantiere attraverso l’applicazione di specifici fattori di emissione. Si farà inoltre riferimento al documento *“Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di*

produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti” redatta da ARPA Toscana (di seguito anche solo Linee Guida Toscana).

Per quanto concerne la stima delle emissioni di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti si fa riferimento ai fattori emissivi stimati dalla metodologia americana definita in AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors. Per gli autocarri, invece, saranno utilizzati i fattori di emissione relativi al 2015 espressi in g/veicolo-km (ambito rurale), ottenuti dal modello COPERT e riportati nel database dei fattori di emissione di ISPRA-SINAnet (Rete del sistema Informativo Nazionale Ambientale).

7.1.1.1.1 Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere

Le emissioni in atmosfera di inquinanti responsabili dell’impatto sulla qualità dell’aria per l’opera in esame sono rappresentate dalle sorgenti associate ai mezzi operanti durante le diverse fasi di cantiere.

Nella tabella seguente vengono indicati i mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 1, suddivisi per tipologia e area di utilizzo.

Ambito1		
Area di Cantiere	Tipologia mezzi	n°
AT1 - AT2	Trivelle	4
	Escavatore	2
	Pala meccanica	2
	Autopompa/betoniera	2
	Autocarri	2
AT3	Motograder	2
	Escavatore	2
	Pala meccanica	2
	Compattatrice	2
	Autocarri	2
CO - CO1bis - CB1	Pala meccanica	2
	Autocarri	2

Tabella 4: Mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 1

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti (escavatori ed altri veicoli di movimentazione terra) durante le attività lavorative, si fa riferimento ai fattori emissivi stimati per l’anno 2022 secondo la metodologia americana definita in AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors che utilizza i fattori di emissione stimati dal modello “CARB's Off-Road”.

I fattori di emissione sono riportati per CO, NOx, PM e SOx. Il livello di dettaglio del modello permette di scegliere la tipologia di veicolo e la potenza, mentre l’unico combustibile considerato è il diesel.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Per le macchine operatrici utilizzate nel presente progetto si riportano i relativi fattori di emissione espressi in lb/h (come da database) e la conversione in kg/h.

In una giornata di cantiere si prevede conservativamente che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per 10 ore.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate per ogni area dell’ambito 1 col metodo descritto. Si precisa che in via cautelativa tutte le PM emesse sono considerate come PM₁₀.

lb/h	AT1-AT2	
	N.	PM ₁₀
Trivelle	4	0,02
Escavatore	2	0,03
Pala meccanica	2	0,04
autopompa/betoniera	2	0,04
Totale lb/h		0,13
kg/h	AT1-AT2	
	N.	PM ₁₀
Trivelle	4	0,01
Escavatore	2	0,01
Pala meccanica	2	0,02
autopompa/betoniera	2	0,02
Totale kg/h		0,06
lb/h	AT3	
	N.	PM ₁₀
Motograder	2	0,05
Escavatore	2	0,03
Pala meccanica	2	0,04
Compattatrice	2	0,04
Totale lb/h		0,16
kg/h	AT3	
	N.	PM ₁₀
Motograder	2	0,02
Escavatore	2	0,01
Pala meccanica	2	0,02
Compattatrice	2	0,02
Totale kg/h	0	0,07
lb/h	CO - CO1bis - CB1	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,04
Totale lb/h	-	0,04
kg/h	CO - CO1bis - CB1	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,02
Totale kg/h	-	0,0176

Tabella 5: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere dell’Ambito1

La stima quantitativa delle emissioni di gas e particolato esausti dai tubi di scarico dei mezzi adibiti al trasporto del materiale in corrispondenza dell’area di attività (autocarri) viene di seguito condotta utilizzando la banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale fornita da ISPRA, che si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell’inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da Ispra come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell’ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull’inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni.

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull’EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra. Il database si basa sull’utilizzo di COPERT 4 v. 11.4, software il cui sviluppo è coordinato dall’Agenzia Europea dell’Ambiente, nell’ambito delle attività dello European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM).

Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all’aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l’ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

In particolare, si stimano le emissioni totali utilizzando i fattori di emissione relativi al 2015 espressi in g/veicolo-km (ambito rurale), ottenuti dal modello COPERT e riportati nel database dei fattori di emissione di ISPRA-SINANet (Rete del sistema Informativo Nazionale Ambientale).

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA	
g/km*veicolo	PM ₁₀
Autocarri	0,17

Tabella 6: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET-ISPRA

Per la stima quantitativa delle emissioni si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i mezzi di trasporto ed i camion percorrano un tragitto medio pari a 2 km all’interno dell’area di cantiere, in questo modo è possibile stimare le quantità di massa per ciascun inquinante rilasciato in atmosfera durante la fase di cantiere, sintetizzata nella tabella seguente. Per ogni area di cantiere sono previsti 2 autocarri come indicato in Tabella 4.

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA	
Emissione Totale Kg/h	PM ₁₀
n. 2 Autocarri	0,0001

Tabella 7: Emissioni di polveri PM₁₀ da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area dell’Ambito1

7.1.1.1.2 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata

Il trasporto di terreno e di materiali di cantiere così come le lavorazioni in area di cantiere, comportano il transito di mezzi su piste non asfaltate, dove la frizione delle ruote sulla superficie stradale determina la polverizzazione del materiale superficiale e la successiva volatilizzazione e dispersione in atmosfera. **Si noti che tale valutazione risulta essere molto conservativa, in quanto viene condotta ipotizzando che tutte le aree di cantiere non siano asfaltate: nella realtà solo quelle di stoccaggio saranno in terra battuta.**

Per quanto riguarda l’emissione di polvere in atmosfera, dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento al documento “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads” (USEPA 2006).

La quantità di particolato emesso in seguito al transito di un veicolo pesante su un tratto di strada non asfaltata (e asciutta) dipende dalle caratteristiche della strada (tipo di terreno), dalla tipologia dei veicoli e dal flusso di traffico.

La metodologia AP-42 propone la seguente equazione di stima della massa di particolato rilasciati dal transito dei mezzi pesanti all’interno del cantiere:

$$E = k \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^a \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^b$$

dove:

- E = Fattore di Emissione specifico per i diversi valori di dimensione del particolato in miglia percorse dal mezzo
- K = Fattore moltiplicatore per i diversi valori di dimensione del particolato
- S = Contenuto di silt (%)
- W = Peso medio del veicolo (tonn.)
- a = esponente del termine (s/12), funzione della dimensione del particolato
- b = esponente del termine (W/3), funzione della dimensione del particolato.

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	lb/miglia*veic	1,50	desunto dalla tabella 13,2,2-2 delle Linee guida AP-42 (Cfr, Tabella 9)
k	Fattore moltiplicativo convertito in	g/km*veicolo	422,85	fattore di conversione
s	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso)	%	4,80	desunto dalla tabella 13,2,2-3 delle Linee guida AP-42 (Cfr, Tabella 10)

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
CO1	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CO1bis	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
AT1	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
AT2	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
AT3	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CB1	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
a	Costante definita dalla AP-42	-	0,90	desunto dalla tabella 13,2,2-2 delle Linee guida AP-42 (Cfr, Tabella 9)
b	Costante definita dalla AP-42	-	0,45	desunto dalla tabella 13,2,2-2 delle Linee guida AP-42 (Cfr, Tabella 9)
Emissione -CO1	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -CO1bis	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -AT1	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -AT2	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -AT3	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -C1	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
CO1	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,100	Ricavato da elaborati planimetrici
CO1bis	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,320	Ricavato da elaborati planimetrici
AT1	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,200	Ricavato da elaborati planimetrici
AT2	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,150	Ricavato da elaborati planimetrici
AT3	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,100	Ricavato da elaborati planimetrici
CB1	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,200	Ricavato da elaborati planimetrici
CO1	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO1bis	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
AT1	Numero mezzi		12,00	Ricavato da elaborati tecnici
AT2	Numero mezzi		12,00	Ricavato da elaborati tecnici
AT3	Numero mezzi		10,00	Ricavato da elaborati tecnici
CB1	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO1	Emissione	g/gg	208,98	Calcolo
CO1bis	Emissione	g/gg	668,73	Calcolo
AT1	Emissione	g/gg	1253,87	Calcolo
AT2	Emissione	g/gg	940,40	Calcolo
AT3	Emissione	g/gg	522,44	Calcolo
CB1	Emissione	g/gg	417,96	Calcolo

Tabella 8: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata

I valori delle costanti utilizzate nel caso specifico sono riportati nella tabella seguente.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Constant	Industrial Roads (Equation 1a)			Public Roads (Equation 1b)		
	PM-2.5	PM-10	PM-30*	PM-2.5	PM-10	PM-30*
k (lb/VMT)	0.15	1.5	4.9	0.18	1.8	6.0
a	0.9	0.9	0.7	1	1	1
b	0.45	0.45	0.45	-	-	-
c	-	-	-	0.2	0.2	0.3
d	-	-	-	0.5	0.5	0.3
Quality Rating	B	B	B	B	B	B

*Assumed equivalent to total suspended particulate matter (TSP)

“-“ = not used in the emission factor equation

Tabella 9: Tabella 13.2.2-2 USEPA AP42 – Definizione costanti K, a e b

La tabella seguente riporta tipici del parametro S (Contenuto di materiale sabbioso/limoso), per cui è stato utilizzato il valore medio per le strade di cantiere riportato in tabella 13.2.2-1 (4.8%).

Table 13.2.2-1. TYPICAL SILT CONTENT VALUES OF SURFACE MATERIAL ON INDUSTRIAL UNPAVED ROADS*

Industry	Road Use Or Surface Material	Plant Sites	No. Of Samples	Silt Content (%)	
				Range	Mean
Copper smelting	Plant road	1	3	16 - 19	17
Iron and steel production	Plant road	19	135	0.2 - 19	6.0
Sand and gravel processing	Plant road	1	3	4.1 - 6.0	4.8
Stone quarrying and processing	Material storage area	1	1	-	7.1
	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
Taconite mining and processing	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
Construction sites	Scrapper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Lumber sawmills	Scrapper routes	7	20	0.56-23	8.5
Municipal solid waste landfills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

*References 1,5-15.

Tabella 10: Tabella 13.2.2-1 USEPA AP42 – Definizione Parametro S

Le emissioni di polveri determinate dal transito dei mezzi sulle piste di cantiere possono essere notevolmente ridotte adottando come misura di mitigazione la bagnatura delle piste durante le ore di attività e facendo viaggiare i mezzi a bassa velocità.

Da una stima estrapolata dal documento “WRAP fugitive dust Handbook” – 2006, (http://www.wrapair.org/forums/dejf/fdh/content/FDHandbook_Rev_06.pdf) risultano le seguenti efficienze delle misure di mitigazione sopra citate:

- bagnatura delle strade, almeno 2 volte al giorno 55%
- far viaggiare i mezzi a bassa velocità 44%.

Si riporta di seguito la tabella, estratta dal documento sopracitato, riguardante le misure di controllo per le emissioni di PM10 da strade non asfaltate.

Control measure	PM10 control efficiency	References/Comments
Limit maximum speed on unpaved roads to 25 miles per hour	44%	Assumes linear relationship between PM10 emissions and vehicle speed and an uncontrolled speed of 45 mph.
Pave unpaved roads and unpaved parking areas	99%	Based on comparison of paved road and unpaved road PM10 emission factors.
Implement watering twice a day for industrial unpaved road	55%	MRI, April 2001
Apply dust suppressant annually to unpaved parking areas	84%	CARB April 2002

Tabella 11: Efficienza delle misure per il controllo delle emissioni derivanti da transito su strade non pavimentate.

Ai fini delle simulazioni effettuate non è stata conservativamente ipotizzata l’adozione di misure di mitigazione degli impatti (control efficiency = 0%).

7.1.1.1.3 Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale

L’attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene generalmente effettuata con ruspa o escavatore lungo tutta l’area di cantiere. Secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 “Heavy construction operations” dell’AP-42, tale fase produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km. Come specificato nelle “linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasposto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPAT: *“Il fattore di emissione è assegnato per le polveri totali (PTS); per riferirsi al PM₁₀ si può cautelativamente considerare l’emissione come costituita completamente dalla frazione PM₁₀, oppure considerarla solo in parte costituita da PM₁₀. In tal caso occorre esplicitare chiaramente la percentuale di PM₁₀ considerata. In mancanza di informazioni specifiche, osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM₁₀ e PTS relativi alle altre attività oggetto del presente lavoro, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM₁₀ dell’ordine del 60% del PTS.”*

Nel caso in esame, per ogni area di cantiere e di scavo è stata stimata la lunghezza di scotico della pista di lavoro, in base all’ampiezza media della ruspa, e conseguentemente le emissioni di PTS e PM₁₀. Nella tabella seguente si riportano le stime effettuate.

	Area	Larghezza ruspa	Lunghezza percorsa	PTS	PM ₁₀	Durata	PM ₁₀
	m ²	m	m	kg tot	kg tot	giorni	kg/h
CO1	15734	3,5	4495	25,62	15,37	8	0,20
CO1bis	3922	3,5	1121	6,39	3,83	2	0,20
AT1	8648	3,5	2471	14,08	8,45	4	0,20
AT2	9768	3,5	2791	15,91	9,54	5	0,20
CB1	44559	3,5	12731	72,57	43,54	22	0,20
AT3	5665	3,5	1619	9,23	5,54	3	0,20
CS01	25139	3,5	7183	40,94	24,56	30	0,08
VI01	7860	3,5	2246	12,80	7,68	0	-
CS02	19950	3,5	5700	32,49	19,49	40	0,05

Tabella 12: Stima delle emissioni di PM₁₀ durante le attività di scotico, per ogni area di cantiere dell’Ambito1

7.1.1.1.4 Sollevamento di polveri per stoccaggio dei materiali

Per quanto riguarda la valutazione delle emissioni durante la fase di stoccaggio di materiale, come indicato anche nelle Linee Guida Toscana, non è presente uno specifico fattore di emissione. Perciò, per quanto riguarda la stima della quantità di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra si fa riferimento alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), che permette di definire i fattori di emissione, durante l’operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli, mediante l’utilizzo della seguente equazione empirica:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Dove:

- E = Fattore di emissione di PM₁₀ (kg polveri/tonnellata materiale rimosso)
- U = Velocità media del vento (Calcolata in base ai dati meteo)
- M = Contenuto di umidità nel suolo
- K = Fattore moltiplicativo per i diversi valori di dimensione del particolato, per il PM₁₀ (diametro inferiore ai 10 µm).

Si riporta di seguito una tabella contenente i valori dei diversi parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
K	Fattore definito in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	-	0,35	Tabella riportata nel documento 13.2.4 AP 42 (Cfr. Tabella 14)
M	Contenuto di umidità del materiale movimentato	%	3,4	Valore di letteratura estratto dalla tabella 13.2.4.4 (Cfr. Tabella 15), come valore medio di umidità contenuto nel suolo superficiale.
U	Velocità media del vento	m/s	1,0	Valore di velocità media del vento considerando i 5 dataset metereologici (Cfr. Tabella 16)
E	Fattore di emissione di PM ₁₀ (kg polveri/tonnellata materiale rimosso)	kg/t	4,9E-04	-

Tabella 13: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da operazioni di scavo

Fattore k				
<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,25	0,053

Tabella 14: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da operazioni di scavo

La tabella seguente riporta i valori tipici di contenuto di umidità in varie tipologie di attività. Ai fini di una stima maggiormente conservativa è stato utilizzato il valore medio di umidità contenuto per il terreno superficiale esposto, quindi non coperto.

Table 13.2.4-1. TYPICAL SILT AND MOISTURE CONTENTS OF MATERIALS AT VARIOUS INDUSTRIES^a

Industry	No. Of Facilities	Material	Silt Content (%)			Moisture Content (%)		
			No. Of Samples	Range	Mean	No. Of Samples	Range	Mean
Iron and steel production	9	Pellet ore	13	1.3 - 13	4.3	11	0.64 - 4.0	2.2
		Lump ore	9	2.8 - 19	9.5	6	1.6 - 8.0	5.4
		Coal	12	2.0 - 7.7	4.6	11	2.8 - 11	4.8
		Slag	3	3.0 - 7.3	5.3	3	0.25 - 2.0	0.92
		Flue dust	3	2.7 - 23	13	1	—	7
		Coke breeze	2	4.4 - 5.4	4.9	2	6.4 - 9.2	7.8
		Blended ore	1	—	15	1	—	6.6
		Sinter	1	—	0.7	0	—	—
		Limestone	3	0.4 - 2.3	1.0	2	ND	0.2
Stone quarrying and processing	2	Crushed limestone	2	1.3 - 1.9	1.6	2	0.3 - 1.1	0.7
		Various limestone products	8	0.8 - 14	3.9	8	0.46 - 5.0	2.1
Taconite mining and processing	1	Pellets	9	2.2 - 5.4	3.4	7	0.05 - 2.0	0.9
		Tailings	2	ND	11	1	—	0.4
Western surface coal mining	4	Coal	15	3.4 - 16	6.2	7	2.8 - 20	6.9
		Overburden	15	3.8 - 15	7.5	0	—	—
		Exposed ground	3	5.1 - 21	15	3	0.8 - 6.4	3.4
Coal-fired power plant	1	Coal (as received)	60	0.6 - 4.8	2.2	59	2.7 - 7.4	4.5
Municipal solid waste landfills	4	Sand	1	—	2.6	1	—	7.4
		Slag	2	3.0 - 4.7	3.8	2	2.3 - 4.9	3.6
		Cover	5	5.0 - 16	9.0	5	8.9 - 16	12
		Clay/dirt mix	1	—	9.2	1	—	14
		Clay	2	4.5 - 7.4	6.0	2	8.9 - 11	10
		Fly ash	4	78 - 81	80	4	26 - 29	27
		Misc. fill materials	1	—	12	1	—	11

^a References 1-10. ND = no data.

Tabella 15: Tabelle AP42 – Definizione M (%)

Come descritto al paragrafo 3, vista l’entità dell’area oggetto del presente studio, sono stati definiti 5 punti di monitoraggio rappresentativi dell’area di studio. In tali punti, sono stati estratti i valori della velocità del vento dai dati meteo CALMET forni da ARPA Veneto (cfr. Paragrafo 5). Come evidenziato nella tabella seguente, il valore della velocità media del vento non si discosta in maniera significativa nei 5 punti di misura, perciò ai fini della stima delle emissioni di polveri è stata utilizzata la velocità media massima pari a 1,0 m/s (Punto PD03).

Punto di misura	Velocità vento media
	(m/s)
PD01	0,86
PD02	0,89
PD03	1,00
PD04	0,98
PD05	0,90
Media	0,93

Tabella 16: Velocità media del vento nell’area di studio

Per ogni area di cantiere sono quindi stati stimati i fattori emissivi a partire dai volumi di abbancamento previsti e dalla durata. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Formazione Cumuli							
	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1
K	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
U	m/s	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
M	%	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Volume abbancamento	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78100,5	24720	41347,5	49260	27543	73678,5
E	Kg/tonn	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05
E	kg	7,47	2,36	3,95	4,71	2,63	7,04
Durata fase totale	gg	490	490	368	368	363	363
Durata abbancamento	gg	372	118	168	200	99	264
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,0020	0,0020	0,0024	0,0024	0,0027	0,0027

Tabella 17: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute alla formazione di cumuli

Per le aree di cantiere, essendo quest’ultime usate come aree di stoccaggio delle terre, vengono inoltre considerati i contributi delle fasi di carico e scarico di tali materiali. Per la stima dei fattori emissivi si adottano i fattori di emissione desunti dal software FIRE¹ (U.S.EPA) che riporta i fattori di emissione specifici per il carico del materiale superficiale (overburden) scavato su camion (SCC 3-05-010-37), che risulta pari a 6.8 g/tonn di materiale caricato e un fattore emissivo per la fase di scarico del materiale superficiale (overburden) di 0.45 g/tonn (SCC 3-05-010-42). Si precisa come tali fattori risultino conservativi, in quanto riferiti a un materiale superficiale, caratterizzato da un

¹ <https://cfpub.epa.gov/webfire/>

basso tasso di umidità e quindi molto polverulento. Inoltre vengono, in questa fase, trascurate le misure di mitigazione previste (quali ad esempio la bagnatura dei cumuli). Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute al carico e allo scarico.

Carico							
	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1
Volume abbancamento	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78100,5	24720	41347,5	49260	27543	73678,5
E	g/tonn	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
E	kg	531,08	168,10	281,16	334,97	187,29	501,01
Durata fase totale	gg	490	490	368	368	363	363
Durata abbancamento	gg	372	118	168	200	99	264
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,1427	0,1427	0,1674	0,1674	0,1896	0,1896

Scarico							
		CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1
Volume abbancamento	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78100,5	24720	41347,5	49260	27543	73678,5
E	g/tonn	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
E	kg	35,15	11,12	18,61	22,17	12,39	33,16
Durata fase totale	gg	490	490	368	368	363	363
Durata abbancamento	gg	372	118	168	200	99	264
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,0094	0,0094	0,0111	0,0111	0,0125	0,0125

Tabella 18: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute al carico e allo scarico

Polveri totali - stoccaggio dei materiali							
Parametro	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1
Etot	kg/h	0,1541	0,1541	0,1809	0,1809	0,2048	0,2048

Tabella 19: Stima di polveri (PM₁₀) totali prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito1, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico

7.1.1.1.5 Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra

Per quanto riguarda la valutazione delle emissioni durante la fase di scavo, si segue la medesima metodologia utilizzata per lo stoccaggio. Infatti la metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), permette di stimare il particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra. All’interno dell’ambito1 le aree in cui avvengono gli scavi si collocano lungo

il tracciato e sono le aree CS01 (Corpo stradale CS01), VI01 (Viadotto Piovene) e CS02 (Corpo stradale CS02).

Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte nella fase di scavo.

Parametro	UdM	Formazione Cumuli		
		CS01	VI01	CS02
K	-	0,35	0,35	0,35
U	m/s	1,00	1,00	1,00
M	%	3,4	3,4	3,4
Volume scavo	mc	180394,26	33127,17	158198,73
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500
t terreno	tonn	270591,39	49690,755	237298,0969
E	g/tonn	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05
E	kg	25,87	4,75	22,68
Durata	gg	325	52	250
Ore cantiere	Ore/gg	10	10	10
E	Kh/h	0,0080	0,0091	0,0091

Tabella 20: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di scavo dell’Ambito1

7.1.1.1.6 Fattori emissivi nella fase di scotico e nella fase di realizzazione e scavo

Si è proceduto a valutare i fattori emissivi complessivi di polveri durante la fase di scotico e durante la fase di realizzazione delle opere e di scavo, al fine di valutare quale fosse la fase maggiormente impattante e simularla attraverso il modello CALPUFF.

Nella tabella seguente si riportano i fattori emissivi di polveri nella fase di scotico, come somma dei singoli contributi descritti precedentemente.

Fase scotico AT1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,13
Totale emissioni kg/h	0,38
Fase scotico AT2	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,09
Totale emissioni kg/h	0,35

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Fase scotico AT3	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,07
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,05
Totale emissioni kg/h	0,32
Fase scotico CO1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,02
Totale emissioni kg/h	0,23
Fase scotico CO1bis	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,07
Totale emissioni kg/h	0,28
Fase scotico CB1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,25
Fase scotico CS01	
	PM ₁₀
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,08
Fase scotico VI01	
	PM ₁₀
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	-
Fase scotico CS02	
	PM ₁₀
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,05

Tabella 21: Emissione di poveri PM₁₀ nella fase di scotico, nell'Ambito1

Nella tabella seguente si riportano i fattori emissivi di poveri nella fase di realizzazione delle opere, per quanto riguarda le aree di cantiere, e nelle fasi di scavo per quanto riguarda le aree di scavo, come somma dei singoli contributi descritti precedentemente.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Fase realizzazione opera AT1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,18
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,13
Totale emissioni kg/h	0,36
Fase realizzazione opera AT2	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,18
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,09
Totale emissioni kg/h	0,33
Fase realizzazione opera AT3	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,07
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,05
Totale emissioni kg/h	0,33
Fase realizzazione opera CO1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,15
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,02
Totale emissioni kg/h	0,19
Fase realizzazione opera CO1bis	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,15
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,07
Totale emissioni kg/h	0,24
Fase realizzazione opera CB1	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,26

Tabella 22: Emissione di poveri PM10 nella fase di realizzazione delle opere, nell’Ambito1

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Fase scavo CS01	
	PM ₁₀
Emissione di polveri durante la fase di scavo kg/h	0,008
Totale emissioni kg/h	0,008
Fase scavo VI01	
	PM ₁₀
Emissione di polveri durante la fase di scavo kg/h	0,009
Totale emissioni kg/h	0,009
Fase scavo CS02	
	PM ₁₀
Emissione di polveri durante la fase di scavo kg/h	0,009
Totale emissioni kg/h	0,009

Tabella 23: Emissione di poveri PM10 nella fase di scavo, nell’Ambito1

Nella tabella seguente si propone un confronto fra le emissioni calcolate per ciascuna fase. Come si può vedere, per quanto riguarda l’emissione di polveri, risulta maggiormente impattante la fase di scotico, ad eccezione delle aree AT3 e CB1 per le quali risulta maggiormente impattante la fase di realizzazione.

AT1	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,38
Realizzazione	0,36
MAX	0,38
AT2	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,35
Realizzazione	0,33
MAX	0,35
AT3	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,32
Realizzazione	0,33
MAX	0,33
CO1	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,23
Realizzazione	0,19
MAX	0,23

CO1bis	
Fase	PM10 kg/h
Scotico	0,28
Realizzazione	0,24
MAX	0,28
CB1	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,25
Realizzazione	0,26
MAX	0,26
CS01	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,08
Scavo	0,01
MAX	0,08
VI01	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	-
Scavo	0,01
MAX	0,01
CS02	
Fase	PM ₁₀ kg/h
Scotico	0,05
Scavo	0,01
MAX	0,05

Tabella 24: Confronto fra le emissioni di polveri nella fase di scotico e di realizzazione e scavo

7.1.1.1.7 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada asfaltata

Si è proceduto infine, in via cautelativa, alla stima delle emissioni di polveri per il transito dei mezzi lungo le strade di cantiere che risultano essere asfaltate.

La quantità di particolato emesso in seguito al transito di un veicolo pesante su un tratto di strada asfaltata (e asciutta) dipende dalle caratteristiche della strada (tipo di terreno), dalla tipologia dei veicoli e dal flusso di traffico.

La metodologia AP-42 propone la seguente equazione di stima della massa di particolato rilasciati dal transito dei mezzi pesanti all'interno del cantiere:

$$E = k SL^{0.91} W^{1.02}$$

dove:

E = Fattore di Emissione specifico per i diversi valori di dimensione del particolato in miglia percorse dal mezzo

SL = Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso) sulla strada (g/m²)

W = Peso medio del veicolo (tonn.)

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Il numero di transiti giornalieri per ciascuna area è stato stimato considerando che i volumi di scavo relativi a ciascuna area fossero trasportati da camion di capienza 13 mc, con un viaggio di andata e ritorno. I volumi scavati sono conferiti nelle seguenti aree:

- nelle aree CO1 e CO1bis vengono conferiti gli scavi dell’area CS01 (si ipotizza di suddividere equamente i viaggi)
- nelle aree AT1 e AT2 vengono conferiti gli scavi dell’area VI01 (si ipotizza di suddividere equamente i viaggi)
- nelle aree CB1 e AT3 vengono conferiti gli scavi dell’area CS02 (si ipotizza di suddividere equamente i viaggi).

Nella tabella seguente si ripota la stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, e a seguire la stima dei fattori emissivi per ciascuna area dovuti al transito dei mezzi su strade asfaltate.

Area di Scavo	Volume di Scavo	Durata	Scavo giornaliero	portata Camion	n° Transiti
-	m ³	gg	m ³ /gg	m ³	Transiti/gg
CS01	180394,26	325	555	13	85
VI01	33127,17	52	637	13	98
CS02	253117,97	400	633	13	97

Tabella 25: Stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, per l’Ambito1

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	g/km*veicolo	0,62	desunto dalla tabella 13.2.1-1 delle Linee guida AP-42 (Cfr. Tabella 27)
SL	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso) sulla strada	g/m ²	0,6	desunto dalla tabella 13.2.1-3 delle Linee guida AP-42 (Cfr. Tabella 28)
W	Peso Medio dei mezzi	Tonnellate	30	-
E	Fattore di emissione	g/km*veicolo	12,51	Calcolo
AT1	Lunghezza strada asfaltata	km	0,4	Ricavato da elaborati planimetrici
AT2	Lunghezza strada asfaltata	km	0,2	Ricavato da elaborati planimetrici
AT3	Lunghezza strada asfaltata	km	0,3	Ricavato da elaborati planimetrici
CO1	Lunghezza strada asfaltata	km	0,5	Ricavato da elaborati planimetrici
CO1bis	Lunghezza strada asfaltata	km	0,3	Ricavato da elaborati planimetrici
CB1	Lunghezza strada asfaltata	km	0,2	Ricavato da elaborati planimetrici
AT1	Numero mezzi	Transiti/gg	49	Valore medio giornaliero stimato
AT2	Numero mezzi	Transiti/gg	49	Valore medio giornaliero stimato
AT3	Numero mezzi	Transiti/gg	49	Valore medio giornaliero stimato

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
CO1	Numero mezzi	Transiti/gg	43	Valore medio giornaliero stimato
CO1bis	Numero mezzi	Transiti/gg	43	Valore medio giornaliero stimato
CB1	Numero mezzi	Transiti/gg	49	Valore medio giornaliero stimato
AT1	Fattore emissivo	g/gg	245,17	Calcolo
AT2	Fattore emissivo	g/gg	122,59	Calcolo
AT3	Fattore emissivo	g/gg	182,65	Calcolo
CO1	Fattore emissivo	g/gg	240,32	Calcolo
CO1bis	Fattore emissivo	g/gg	160,21	Calcolo
CB1	Fattore emissivo	g/gg	121,77	Calcolo
AT1	Fattore emissivo	g/h	24,52	Calcolo
AT2	Fattore emissivo	g/h	12,26	Calcolo
AT3	Fattore emissivo	g/h	18,26	Calcolo
CO1	Fattore emissivo	g/h	24,03	Calcolo
CO1bis	Fattore emissivo	g/h	16,02	Calcolo
CB1	Fattore emissivo	g/h	12,18	Calcolo

Tabella 26: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata

I valori delle costanti utilizzate nel caso specifico sono riportati nella tabella seguente.

Table 13.2.1-1. PARTICLE SIZE MULTIPLIERS FOR PAVED ROAD EQUATION

Size range ^a	Particle Size Multiplier k ^b		
	g/VKT	g/VMT	lb/VMT
PM-2.5 ^c	0.15	0.25	0.00054
PM-10	0.62	1.00	0.0022
PM-15	0.77	1.23	0.0027
PM-30 ^d	3.23	5.24	0.011

^a Refers to airborne particulate matter (PM-x) with an aerodynamic diameter equal to or less than x micrometers

^b Units shown are grams per vehicle kilometer traveled (g/VKT), grams per vehicle mile traveled (g/VMT), and pounds per vehicle mile traveled (lb/VMT). The multiplier k includes unit conversions to produce emission factors in the units shown for the indicated size range from the mixed units required in Equation 1.

^c The k-factors for PM_{2.5} were based on the average PM_{2.5}:PM₁₀ ratio of test runs in Reference 30.

^d PM-30 is sometimes termed "suspendable particulate" (SP) and is often used as a surrogate for TSP.

Tabella 27: Tabella 13.2.2-2 USEPA AP42 – Definizione costante K

La tabella seguente riporta tipici del parametro SL (Contenuto di materiale polverulento), per cui è stato utilizzato il valore di 0,6.

Table 13.2.1-2. Ubiquitous Silt Loading Default Values with Hot Spot Contributions from Anti-Skid Abrasives (g/m²)

ADT Category	< 500	500-5,000	5,000-10,000	> 10,000
Ubiquitous Baseline g/m ²	0.6	0.2	0.06	0.03 0.015 limited access
Ubiquitous Winter Baseline Multiplier during months with frozen precipitation	X4	X3	X2	X1
Initial peak additive contribution from application of antiskid abrasive (g/m ²)	2	2	2	2
Days to return to baseline conditions (assume linear decay)	7	3	1	0.5

Tabella 28: Tabella 13.2.1-2 USEPA AP42 – Definizione Parametro SL

Nella tabella seguente si propone un confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni: come si può vedere il contributo del passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere risulta essere sempre inferiore al 10% e pertanto si è ritenuto trascurabile al fine della modellazione.

Area di Cantiere	Fattori emissivi della fase maggiormente impattante	Contributo per passaggio su piste di cantiere (asfaltate)	
	g/h	g/h	%
AT1	378,22	24,52	6%
AT2	346,88	12,26	4%
AT3	329,58	18,26	6%
CO1	233,97	24,03	10%
CO1bis	279,95	16,02	6%
CB1	264,27	12,18	5%

Tabella 29: Confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni

Si precisa come la stima delle emissioni da strada asfaltata siano altamente conservative, in quanto ciascuna area di cantiere sarà dotata di sistema di lavaggio ruote (o lavaggio piazzale) che abatterà notevolmente il sollevamento di polveri stimato.

7.1.1.1.8 Sollevamento di polveri per erosione del vento

È stata valutata inoltre l’emissione di polveri dovuta all’erosione del vento. L’emissione di polveri è generata anche dall’azione del vento sui cumuli di stoccaggio posti all’aperto. Tali emissioni dipendono principalmente dalla frequenza di movimentazione della superficie erodibile, in quanto una volta che una superficie è disturbata, la sua potenziale erosione viene ripristinata. In un cumulo di stoccaggio, il disturbo si verifica ogni qual volta il materiale sia aggiunto o rimosso.

La quantità di particolato, generata dall’erosione del vento di un cumulo di materiale particellare, può essere espressa in grammi per metro quadro (g/m^2) all’anno, attraverso l’utilizzo della formula che segue:

$$\text{Emission factor} = k \sum_{i=1}^N P_i$$

La tabella seguente contiene i valori considerati e la descrizione dei i parametri richiesti nel calcolo:

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	-	0,5	Si veda tabella AP 42 di seguito riportata
N	numero di movimentazioni all'anno	-	365	Si considera una movimentazione al giorno
P	Erosione potenziale corrispondente all'azione del vento più forte, registrato tra ogni movimentazione.	g/m^2	-	Calcolato di seguito

Tabella 30: Descrizione parametri necessari per calcolare l’erosione del vento su un cumulo

Aerodynamic Particle Size Multipliers For Equation 2			
30 μm	<15 μm	<10 μm	<2.5 μm
1.0	0.6	0.5	0.075 ^a

^a Multiplier for < 2.5 μm taken from Reference 11.

Tabella 31: Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare

Il valore dell’erosione potenziale per una superficie asciutta ed esposta è calcolato attraverso la seguente formula empirica:

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

$$P = 0 \text{ for } u^* \leq u_t^*$$

La velocità d’attrito limite è funzione della granulometria del materiale; ai fini del presente studio è stata conservativamente considerata la velocità d’attrito più bassa tra quelle misurate durante diverse attività e relativa alla polvere di carbone fine su piattaforme di cemento (vedi tabella 13.2.5-2, riportata di seguito).

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

^a Western surface coal mine. Reference 2.

^b Lightly crusted.

^c Eastern power plant. Reference 3.

Tabella 32: Velocità di attrito limite e materiali

La velocità di attrito (u^*) è invece calcolata, per cumuli larghi e piatti come un cumulo esteso, con la seguente formula empirica:

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

dove u_{10}^+ è il valore di velocità massima rilevata a 10 m nel periodo tra una movimentazione e l'altra. Per determinare il valore di tale grandezza sono stati considerati i valori massimi di velocità del vento estratti dal modello meteorologico usato nelle simulazioni modellistiche, i cui risultati sono riportati di seguito.

Punto di misura	Velocità vento media	Velocità vento max
	(m/s)	(m/s)
PD01	0,86	6,05
PD02	0,89	6,26
PD03	1,00	6,29
PD04	0,98	6,31
PD05	0,90	6,81
Media	0,93	6,34

Tabella 33: Velocità media e massima del vento nell'area di studio

Considerando il valore massimo pari a 6,81 m/s (punto PD05) risulta una velocità di attrito pari a 0,36 m/s, quindi inferiore alla velocità di attrito limite. Per tale ragione il contributo all'emissioni di polveri dovuto all'erosione del vento risulta trascurabile.

7.1.1.1.9 Fattori emissivi assunti nella modellazione

Nella tabella seguente si riepilogano le caratteristiche di ciascun'area inserita nelle simulazioni modellistiche nell'Ambito1 e simulata come sorgente areale.

Area	Fattore emissivo PM ₁₀
	g/s/m ²
AT1	1,21E-05
AT2	9,86E-06
AT3	1,62E-05
CO1	4,13E-06
CO1bis	1,98E-05
CB1	1,65E-06
CS01	9,05E-07
VI01	3,23E-07
CS02	6,79E-07

Tabella 34: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Ambito 1

Si precisa che l’emissione sarà prevista solo in orario diurno e precisamente dalle 8 alle 18.

Nella figura seguente si riportano le sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche.

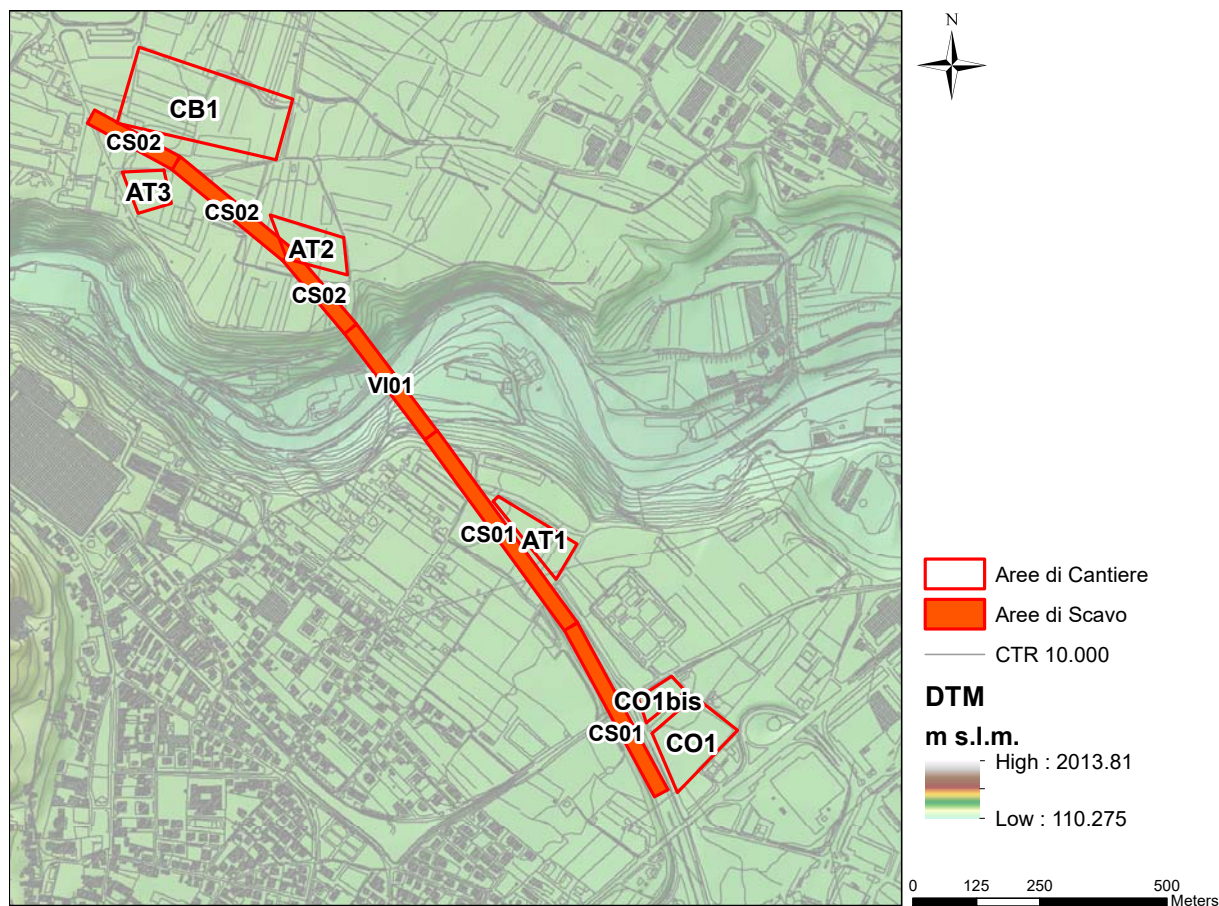


Figura 8 – Localizzazione delle sorgenti nell’ Ambito 1

7.1.2 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AMBITO 2

All’interno dell’ambito di studio 2 vengono considerate le seguenti sorgenti areali:

- Aree di cantiere: AT8 – AT8 bis – CO5 – CO6 – CO7 – CO8

- Aree di scavo lungo il tracciato: VI02 (Viadotto Assa)
- Aree di pertinenza delle gallerie: G_PN (Galleria Pedescala Sud) - G_CN (Galleria Cogollo Nord).

Si noti che l’area di scavo relativa alla Galleria Pedescala (GN03) è stata inserita all’interno dell’area di pertinenza G_PN, mentre l’area di scavo relativa alla Galleria Cogollo (GN02) non viene inserita in questa fase in quanto gli scavi sono realizzati tramite TBM, che lavora dall’imbocco sud, il quale risulta essere esterno all’ambito2.

Nella tabella seguente sono riportate le estensioni delle sorgenti per l’Ambito 2 che costituiscono le sorgenti emissive utilizzate nelle simulazioni modellistiche.

Ambito2	
Area	Superficie [m ²]
AT8	11009
AT8bis	4762
CO5	18221
CO6	17685
CO7	27943
CO8	23143
VI02	6026
G_PS	5000
G_CN	5200

Tabella 35: Estensioni delle sorgenti emissive per l’Ambito2

Per la stima dell’emissione di particolato connesso con le attività elencate si procede nell’applicazione dei fattori di emissione riportati nella metodologia AP-42 sviluppata da USEPA, nei database AQMD e SINANET-ISPRA in coerenza con quanto svolto per l’ambito1. Per tale motivo si riportano di seguito le stime effettuate, rimandando al paragrafo 7.1.1 per quanto riguarda la metodologia.

7.1.2.1.1 Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere

Nella tabella seguente vengono indicati i mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 2, suddivisi per tipologia e area di utilizzo.

Ambito2		
Area di Cantiere	Tipologia mezzi	n°
AT8	Trivelle	4
	Escavatore	2
	Pala meccanica	2
	Autopompa/betoniera	2
	Autocarri	2
CO8	Pala meccanica	2
	Autocarri	2
	Impianto di betonaggio	1
	Impianto di frantumazione	1

Ambito2		
Area di Cantiere	Tipologia mezzi	n°
CO5-CO6-CO7-AT8bis	Pala meccanica	2
	Autocarri	2
G_PS	Pala meccanica	2
	Autocarri	2
G_CN	Gru	1
	Autocarri	2

Tabella 36: Mezzi utilizzati per il cantiere relativo all’Ambito 2

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti (escavatori ed altri veicoli di movimentazione terra) durante le attività lavorative, si fa riferimento ai fattori emissivi stimati per l’anno 2022 secondo la metodologia americana definita in AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors che utilizza i fattori di emissione stimati dal modello “CARB's Off-Road”.

In una giornata di cantiere si prevede conservativamente che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per 10 ore.

Si riportano di seguito le emissioni calcolate per ogni area dell’ambito 2.

Si precisa che in via cautelativa tutte le PM emesse sono considerate come PM₁₀.

lb/h	AT8	
	N.	PM ₁₀
Trivelle	4	0,02
Escavatore	2	0,03
Pala meccanica	2	0,04
autopompa/betoniera	2	0,04
Totale lb/h		0,13
kg/h	AT8	
	N.	PM ₁₀
Trivelle	4	0,01
Escavatore	2	0,01
Pala meccanica	2	0,02
autopompa/betoniera	2	0,02
Totale kg/h		0,06
lb/h	CO5-CO6-CO7-AT8bis	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,04
Totale lb/h		0,04
kg/h	CO5-CO6-CO7-AT8bis	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,02
Totale kg/h	0	0,02

lb/h	CO8	
	N,	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,04
Impianto di betonaggio	1	0,01
Impianto di frantumazione	1	0,03
Totale lb/h	-	0,07
kg/h	CO8	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,02
Impianto di betonaggio	1	0,00
Impianto di frantumazione	1	0,01
Totale kg/h	-	0,03
lb/h	G_PS	
	N,	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,04
Totale lb/h		0,04
kg/h	G_PS	
	N.	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,02
Totale kg/h		0,02
lb/h	G_CN	
	N,	PM ₁₀
Gru	1	0,02
Totale lb/h		0,02
kg/h	G_CN	
	N.	PM ₁₀
Gru	1	0,01
Totale kg/h		0,01

Tabella 37: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere dell’Ambito2

La stima quantitativa delle emissioni di gas e particolato esausti dai tubi di scarico dei mezzi adibiti al trasporto di personale e del materiale in corrispondenza dell’area di attività (autocarri) viene di seguito condotta utilizzando i fattori di emissione contenuti nell’inventario nazionale delle emissioni. In particolare, si stimano le emissioni totali utilizzando i fattori di emissione relative al 2015 espressi in g/veicolo-km (ambito rurale), ottenuti dal modello COPERT e riportati nel database dei fattori di emissione di ISPRA-SINANet (Rete del sistema Informativo Nazionale Ambientale).

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA	
g/km*veicolo	PM ₁₀
Autocarri	0,17

Tabella 38: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET

Per la stima quantitativa delle emissioni si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i mezzi di trasporto ed i camion percorrano un tragitto medio pari a 2 km all’interno all’area di cantiere, in questo modo è possibile stimare le quantità di massa per ciascun inquinante rilasciato in atmosfera durante la fase di cantiere, sintetizzata nella tabella seguente. Per ogni area di cantiere sono previsti 2 autocarri come indicato in Tabella 4.

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA	
Emissione Totale Kg/h	PM ₁₀
n. 2 Autocarri	0,0001

Tabella 39: Emissioni di polveri PM₁₀ da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area dell’Ambito2

7.1.2.1.2 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata

Il trasporto di terreno e di materiali di cantiere così come le lavorazioni in area di cantiere, comportano il transito di mezzi su piste non asfaltate, dove la frizione delle ruote sulla superficie stradale determina la polverizzazione del materiale superficiale e la successiva volatilizzazione e dispersione in atmosfera. Si noti che tale valutazione risulta essere molto conservativa, in quanto viene condotta ipotizzando che tutte le aree di cantiere non siano asfaltate: nella realtà solo quelle di stoccaggio saranno in terra battuta.

Per quanto riguarda l’emissione di polvere in atmosfera, dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento al documento “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads” (USEPA 2006).

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	lb/miglia*veic	1,50	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42
k	Fattore moltiplicativo convertito in	g/km*veicolo	422,85	fattore di conversione
s	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso)	%	4,80	desunto dalla tabella 13.2.2-3 delle Linee guida AP-42
AT8	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
AT8bis	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CO5	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CO6	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CO7	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
CO8	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
G_PS	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
G_CN	Peso medio dei mezzi	ton	30,00	
a	Costante definita dalla AP-42	-	0,90	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
b	Costante definita dalla AP-42	-	0,45	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42
Emissione -AT8	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -AT8bis	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -CO5	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -CO6	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -CO7	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -CO8	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -G_PS	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
Emissione -G_CN	Fattore di emissione	g/km*veicolo	522,44	Calcolo
AT8	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,30	Ricavato da elaborati planimetrici
AT8bis	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,15	Ricavato da elaborati planimetrici
CO5	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,20	Ricavato da elaborati planimetrici
CO6	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,20	Ricavato da elaborati planimetrici
CO7	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,30	Ricavato da elaborati planimetrici
CO8	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,45	Ricavato da elaborati planimetrici
G_PS	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,15	Ricavato da elaborati planimetrici
G_CN	Lunghezza media strada sterrata	km/gg	0,10	Ricavato da elaborati planimetrici
AT8	Numero mezzi		12,00	Ricavato da elaborati tecnici
AT8bis	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO5	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO6	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO7	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
CO8	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
G_PS	Numero mezzi		4,00	Ricavato da elaborati tecnici
G_CN	Numero mezzi		3,00	Ricavato da elaborati tecnici
AT8	Emissione	g/gg	1880,80	Calcolo
AT8bis	Emissione	g/gg	313,47	Calcolo
CO5	Emissione	g/gg	417,96	Calcolo
CO6	Emissione	g/gg	417,96	Calcolo
CO7	Emissione	g/gg	626,93	Calcolo
CO8	Emissione	g/gg	940,40	Calcolo
G_PS	Emissione	g/gg	313,47	Calcolo
G_CN	Emissione	g/gg	156,73	Calcolo

Tabella 40: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata

7.1.2.1.3 Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene generalmente effettuata con ruspa o escavatore lungo tutta l'area di cantiere.

Secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 “Heavy construction operations” dell’AP-42, tale fase produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km. Come specificato nelle “linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasposto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPAT: *“Il fattore di emissione è assegnato per le polveri totali (PTS); per riferirsi al PM₁₀ si può cautelativamente considerare l’emissione come costituita completamente dalla frazione PM₁₀, oppure considerarla solo in parte costituita da PM₁₀. In tal caso occorre esplicitare chiaramente la percentuale di PM₁₀ considerata. In mancanza di informazioni specifiche, osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM₁₀ e PTS relativi alle altre attività oggetto del presente lavoro, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM₁₀ dell’ordine del 60% del PTS.”*

Nel caso in esame, per ogni area di cantiere e di scavo è stata stimata la lunghezza di scotico della pista di lavoro, in base all’ampiezza media della ruspa, e conseguentemente le emissioni di PTS e PM₁₀. Nella tabella seguente si riportano le stime effettuate.

	Area	Larghezza ruspa	Lunghezza percorsa	PTS	PM ₁₀	Durata	PM ₁₀
	m ²	m	m	kg tot	kg tot	giorni	kg/h
AT8	11009	3,5	3145	17,93	10,76	6	0,20
AT8bis	4762	3,5	1361	7,76	4,65	2	0,20
CO5	18221	3,5	5206	29,67	17,80	9	0,20
CO6	17685	3,5	5053	28,80	17,28	9	0,20
CO7	27943	3,5	7984	45,51	27,30	14	0,20
CO8	23143	3,5	6612	37,69	22,61	12	0,20
G_PS	5000	3,5	1429	8,14	4,89	3	0,20
G_CN	5200	3,5	1486	8,47	5,08	3	0,20

Tabella 41: Stima delle emissioni di PM₁₀ durante le attività di scotico, per ogni area di cantiere dell’Ambito2

7.1.2.1.4 Sollevamento di polveri per stoccaggio dei materiali

Per quanto riguarda la stima della quantità di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di stoccaggio si fa riferimento alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), che permette di definire i fattori di emissione, durante l’operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli.

Per ogni area di cantiere sono stati stimati i fattori emissivi a partire dai volumi di abbancamento previsti e dalla durata. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Formazione cumuli							
Parametro	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
K	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
U	m/s	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
M	%	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Volume abbancamento	mc	8455	12600	61362	74277	92639	31487
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	12682,5	18900	92043	111415,5	138958,5	47230,5

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Formazione cumuli							
Parametro	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
E	Kg/tonn	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05
E	kg	1,21	1,81	8,80	10,65	13,28	4,51
Durata fase totale	gg	393	393	1036	1036	837	837
Durata abbancamento	gg	158	235	469	567	625	212
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,0008	0,0008	0,0019	0,0019	0,0021	0,0021

Tabella 42: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute alla formazione di cumuli

Per le aree di cantiere, essendo quest’ultime usate come aree di stoccaggio delle terre, vengono inoltre considerati i contributi delle fasi di carico e scarico di tali materiali. Per la stima dei fattori emissivi si adottano i fattori di emissione desunti dal software FIRE (U.S.EPA) che riporta i fattori di emissione specifici per il carico del materiale superficiale (overburden) scavato su camion (SCC 3-05-010-37), che risulta pari a 6.8 g/t di materiale caricato e un fattore emissivo per la fase di scarico del materiale superficiale (overburden) di 0.45 g/tonn (SCC 3-05-010-42).

Si precisa come tali fattori risultino conservativi, in quanto riferiti a un materiale superficiale, caratterizzato da un basso tasso di umidità e quindi molto polverulento. Infatti vengono, in questa fase, trascurate le misure di mitigazione previste (quali ad esempio la bagnatura).

Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico.

Carico							
	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
Volume abbancamento	mc	8455	12600	61362	74277	92639	31487
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	12682,5	18900	92043	111415,5	138958,5	47230,5
E	g/tonn	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
E	kg	86,24	128,52	625,89	757,63	944,92	321,17
Durata fase totale	gg	393	393	1036	1036	837	837
Durata abbancamento	gg	158	235	469	567	625	212
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,0546	0,0546	0,1335	0,1335	0,1513	0,1513

Tabella 43: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute al carico

Scarico							
	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
Volume abbancamento	mc	8455	12600	61362	74277	92639	49119
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	12682,5	18900	92043	111415,5	138958,5	73678,5
E	g/tonn	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
E	kg	5,71	8,51	41,42	50,14	62,53	33,16
Durata fase totale	gg	393	393	1036	1036	837	837

Scarico							
	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
Durata abbancamento	gg	158	235	469	567	625	212
Ore cantiere	ore/gg	10	10	10	10	10	10
E	kg/h	0,0036	0,0036	0,0088	0,0088	0,0100	0,0156
E	kg/h	0,0590	0,0590	0,1443	0,1443	0,1634	0,1690

Tabella 44: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute allo scarico

Scarico							
	UdM	AT8	AT8bis	CO5	CO6	CO7	CO8
E	kg/h	0,0590	0,0590	0,1443	0,1443	0,1634	0,1690

Tabella 45: Stima di polveri (PM₁₀) totali prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere dell’Ambito2, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico

7.1.2.1.5 Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra

Per quanto riguarda la valutazione delle emissioni durante la fase di scavo, si segue la medesima metodologia utilizzata per lo stoccaggio. Infatti la metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), permette di stimare il particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra. All’interno dell’ambito2 le aree in cui avvengono gli scavi si collocano lungo il tracciato e sono le aree VI02 (Viadotto Assa) – GN03 (Galleria Pedescala).

Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte nella fase di scavo.

Formazione Cumuli			
Parametro	UdM	VI02	GN03
K	-	0,35	0,35
U	m/s	1,00	1,00
M	%	3,4	3,4
Volume scavo	mc	8084,27	275832,87
d terreno	Kg/mc	1500	1500
t terreno	tonn	12126,405	413749,305
E	g/tonn	9,6E-05	9,6E-05
E	kg	1,16	39,55
Durata	gg	60	465
Ore cantiere	Ore/gg	10	10
E	Kh/h	0,0019	0,0085

Tabella 46: Stima di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di scavo dell’Ambito2

7.1.2.1.6 Sollevamento di polveri per attività di frantumazione

All’interno dell’area di cantiere CO8 è presente un impianto di frantumazione che, in esercizio, comporta l’emissione di polveri. Le Linee Guida Toscana riportano i fattori emissivi di PM₁₀ per

diverse attività di frantumazione, in presenza o meno di attività di mitigazione, secondo la metodologia AP-42 (Cfr. Tabella 48). Visto che, per questo tipo di attività, è prevista una bagnatura periodica, sono stati assunti tali valori, in funzione delle diverse fasi di frantumazione.

Nella tabella seguente si riporta la stima condotta, a partire dai volumi previsti in ingresso all’impianto di frantumazione, dalle dimensioni degli inerti in uscita, e dalla durata delle lavorazioni.

Fase	Fattore di emissione con mitigazione	Volume	Peso specifico	Materiale trattato	Emissione PM ₁₀	Durata	E_PM ₁₀
	(kg/Mg)	m ³	tonn/m ³	Mg	kg	gg	kg/h
Scarico Camion	0,000008	3200000	2	6400000	51,2	2169	0,0024
Frantumazione secondaria 25 -100mm	0,00037	3200000	2	6400000	2368	2169	0,1092
Frantumazione terziaria 5 - 25mm	0,00027	1700000	2	3400000	918	2169	0,0423
Vagliatura (screening)	0,00037	1700000	2	3400000	1258	2169	0,0580
Totale							0,2119

Tabella 47: Emissione di polveri PM₁₀ durante la fase di frantumazione all’interno dell’area CO8 dell’ambito2

Attività di frantumazione e macinazione (tab. 11.19.2-1)	Codice SCC	Fattore di emissione senza abbattimento (kg/Mg)	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)	Efficienza di rimozione %
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10	4.E-05	Bagnatura con acqua		
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01				
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02	0.0043		3.7E-04	91
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03	0.0012		2.7E-04	77
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05	0.0075		6.E-04	92
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15	0.0043		3.7E-04	91
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	0.036		0.0011	97
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06	5.5E-04	Copertura o inscatolamento	2.3E-05	96
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	8.E-06	Bagnatura con acqua	-	-
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)					
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32	5.E-05			
carico camion (truck loading)	3-05-020-33				

Tabella 48: Fattori emissivi per attività di frantumazione riportati nelle Linee Guida Toscana

7.1.2.1.7 Fattori emissivi nella fase di scotico e nella fase di realizzazione e scavo

Si è proceduto a valutare i fattori emissivi complessivi di polveri durante la fase di scotico e durante la fase di realizzazione delle opere e di scavo, al fine di valutare quale fosse la fase maggiormente impattante e simularla attraverso il modello CALPUFF.

Nella tabella seguente si riportano i fattori emissivi di polveri nella fase di scotico, come somma dei singoli contributi descritti precedentemente.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Fase scotico AT8	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,19
Totale emissioni kg/h	0,44
Fase scotico AT8bis	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,03
Totale emissioni kg/h	0,24
Fase scotico CO5	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,25
Fase scotico CO6	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,25
Fase scotico CO7	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,06
Totale emissioni kg/h	0,28
Fase scotico CO8	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,03
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,09
Totale emissioni kg/h	0,32

Fase scotico G_PS	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,03
Totale emissioni kg/h	0,24
Fase scotico G_CN	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,01
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante lo scotico kg/h	0,20
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,02
Totale emissioni kg/h	0,22

Tabella 49: Emissione di poveri PM₁₀ nella fase di scotico, nell'Ambito2

Nella tabella seguente si riportano i fattori emissivi di poveri nella fase di realizzazione delle opere, per quanto riguarda le aree di cantiere, e nelle fasi di scavo per quanto riguarda le aree di scavo, come somma dei singoli contributi descritti precedentemente.

Fase realizzazione opera AT8	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,06
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,06
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,19
Totale emissioni kg/h	0,30
Fase realizzazione opera AT8bis	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,06
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,03
Totale emissioni kg/h	0,11
Fase realizzazione opera CO5	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,14
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,20

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Fase realizzazione opera CO6	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,14
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,04
Totale emissioni kg/h	0,20
Fase realizzazione opera CO7	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,16
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,06
Totale emissioni kg/h	0,24
Fase realizzazione opera CO8	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,03
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,00
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo kg/h	0,17
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,09
Emissione impianto Frantumazione	0,21
Totale emissioni kg/h	0,51
Fase realizzazione opera G_PS	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,02
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,0001
Emissione di polveri durante la fase di scavo kg/h	0,01
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,03
Totale emissioni kg/h	0,06
Fase realizzazione opera G_CN	
	PM ₁₀
Emissione dai gas di scarico della macchine operatrici pesanti kg/h	0,01
Emissione dai gas di scarico da autocarri kg/h	0,00
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere kg/h	0,02
Totale emissioni kg/h	0,03

Tabella 50: Emissione di poveri PM10 nella fase di realizzazione delle opere, nell’Ambito2

Si noti che l’emissione nella fase di realizzazione opera relativa all’area G_PS comprende anche il contributo dovuto alla fase di scavo dell’area GN03 – Pedescala in quanto gli scavi vengono conferiti in tale area. Si riporta pertanto nella tabella seguente la stima dell’emissione relativa alla fase di scavo per la sola area VI02 – Viadotto Assa.

Fase scavo VI02	
	PM ₁₀
Emissione di polveri durante la fase di scavo kg/h	0,002
Totale emissioni kg/h	0,002

Tabella 51: Emissione di poveri PM₁₀ nella fase di scavo, nell’Ambito2

Nella tabella seguente si propone un confronto fra le emissioni totali stimata per ciascuna fase considerata. Come si può vedere, per quanto riguarda l’emissione di polveri, risulta maggiormente impattante la fase di scotico, ad eccezione dell’area CO8 per la quale risulta maggiormente impattante la fase di realizzazione.

Si noti che, durante la fase di scotico, le aree AT8 e AT8bis non saranno contemporanee alle aree G_PS e G_CN, pertanto si simuleranno solo le maggiori fra queste, che risultano essere le aree AT8 e AT8bis. Tali aree risultano essere le più vicine ai recettori sensibili presenti nell’area di studio, pertanto le simulazioni risulteranno maggiormente cautelative.

AT8	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,44
Realizzazione	0,30
MAX	0,44
AT8bis	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,24
Realizzazione	0,11
MAX	0,24
CO5	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,25
Realizzazione	0,20
MAX	0,25
CO6	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,25
Realizzazione	0,20
MAX	0,25
CO7	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,28
Realizzazione	0,24
MAX	0,28
CO8	
Fase	PM₁₀
	kg/h
Scotico	0,32
Realizzazione	0,51
MAX	0,51

G_PS	
Fase	PM ₁₀
	kg/h
Scotico	0,24
Realizzazione	0,06
MAX	0,24
G_CN	
Fase	PM ₁₀
	kg/h
Scotico	0,22
Realizzazione	0,03
MAX	0,22

Tabella 52: Confronto fra le emissioni di polveri nella fase di scotico e di realizzazione e scavo.

7.1.2.1.8 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada asfaltata

Si è proceduto infine, in via cautelativa, alla stima delle emissioni di polveri per il transito dei mezzi lungo le strade di cantiere che risultano essere asfaltate, secondo la metodologia AP-42, analogamente a quanto fatto per l’Ambito1.

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Il numero di transiti giornalieri per ciascuna area è stato stimato considerando che i volumi di scavo relativi a ciascuna area fossero trasportati da camion di capienza 13 mc, con un viaggio di andata e ritorno. In particolare all’interno dell’Ambito2 gli scavi vengono conferiti alle aree AT8 e AT8bis. Si noti che per quanto riguarda l’area AT8bis si è assunto che non tutti gli scavi fossero movimentati contemporaneamente e quindi si è scelto lo scavo con un numero di transiti maggiore, pertanto per l’area AT8bis è stato assunto il valore di 97 transiti di camion al giorno.

Nella tabella seguente si riporta la stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, e a seguire la stima dei fattori emissivi per ciascuna area dovuti al transito dei mezzi su strade asfaltate.

Area di Scavo	Volume di Scavo	Durata	Scavo giornaliero	portata Camion	n° Transiti
	m ³	gg	m ³ /gg	m ³	Transiti/gg
AT8	8084	60	135	13	21
AT8bis - GN03.1 Pedescala carreggiata Nord	138300	220	629	13	97
AT8bis - GN03.2 Pedescala carreggiata Sud	134612	225	598	13	92
AT8bis - SO02 - Sottovia SP84	2921	20	146	13	22

Tabella 53: Stima dei viaggi per il trasporto dei volumi di scavo, per l’Ambito2

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	g/km*veicolo	0,62	desunto dalla tabella 13.2.1-1 delle Linee guida AP-42

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
sL	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso) sulla strada	g/m ²	0,6	desunto dalla tabella 13.2.1-3 delle Linee guida AP-42
W	Peso Medio dei mezzi	Tonnellate	30	-
E	Fattore di emissione	g/km*veicolo	12,51	Calcolo
AT8	Lunghezza strada asfaltata	km	0,20	Ricavato da elaborati planimetrici
AT8bis	Lunghezza strada asfaltata	km	0,20	Ricavato da elaborati planimetrici
AT8	Numero mezzi	Transiti/gg	21	Valore medio giornaliero stimato
AT8bis	Numero mezzi	Transiti/gg	97	Valore medio giornaliero stimato
AT8	Fattore emissivo	g/gg	51,85	Calcolo
AT8bis	Fattore emissivo	g/gg	241,93	Calcolo
AT8	Fattore emissivo	g/h	5,19	Calcolo
AT8bis	Fattore emissivo	g/h	24,19	Calcolo

Tabella 54: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata

Nella tabella seguente si propone un confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni: come si può vedere il contributo del passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere risulta essere sempre inferiore al 10% e pertanto si è ritenuto trascurabile al fine della modellazione.

Area di Cantiere	Fattori emissivi della fase maggiormente impattante	Contributo per passaggio su piste di cantiere (asfaltate)	
	g/h	g/h	%
AT8	441	5,19	1%
AT8bis	244	24,19	10%

Tabella 55: Confronto fra l’emissione dovuta al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere, e l’emissione dovuta alla fase maggiormente impattante assunta nelle simulazioni

Si precisa come la stima delle emissioni da strada asfaltata siano altamente conservative, in quanto ciascuna area di cantiere sarà dotata di sistema di lavaggio ruote (o lavaggio piazzale) che abatterà notevolmente il sollevamento di polveri stimato.

7.1.2.1.9 Sollevamento di polveri per erosione del vento

Per quanto riguarda infine l’emissione di polveri dovuta all’erosione del vento, analogamente a quanto valutato per l’Ambito1, tale contributo risulta trascurabile, in quanto la velocità di attrito risulta inferiore alla velocità di attrito limite. Per ogni approfondimento si rimanda al paragrafo 7.1.1.

7.1.2.1.10 Fattori emissivi assunti nella modellazione

Nella tabella seguente si riepilogano le caratteristiche di ciascun’area inserita nelle simulazioni modellistiche nell’Ambito2 e simulata come sorgente areale.

Area	Fattore emissivo PM ₁₀
	g/s/m ²
AT8	1,11E-05
AT8bis	1,43E-05
CO5	3,89E-06
CO6	4,00E-06
CO7	2,74E-06
CO8	6,10E-06
VI02	8,91E-08

Tabella 56: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Ambito 2

Si precisa che l'emissione sarà prevista solo in orario diurno e precisamente dalle 8 alle 18.

Nella figura seguente si riportano le sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche.

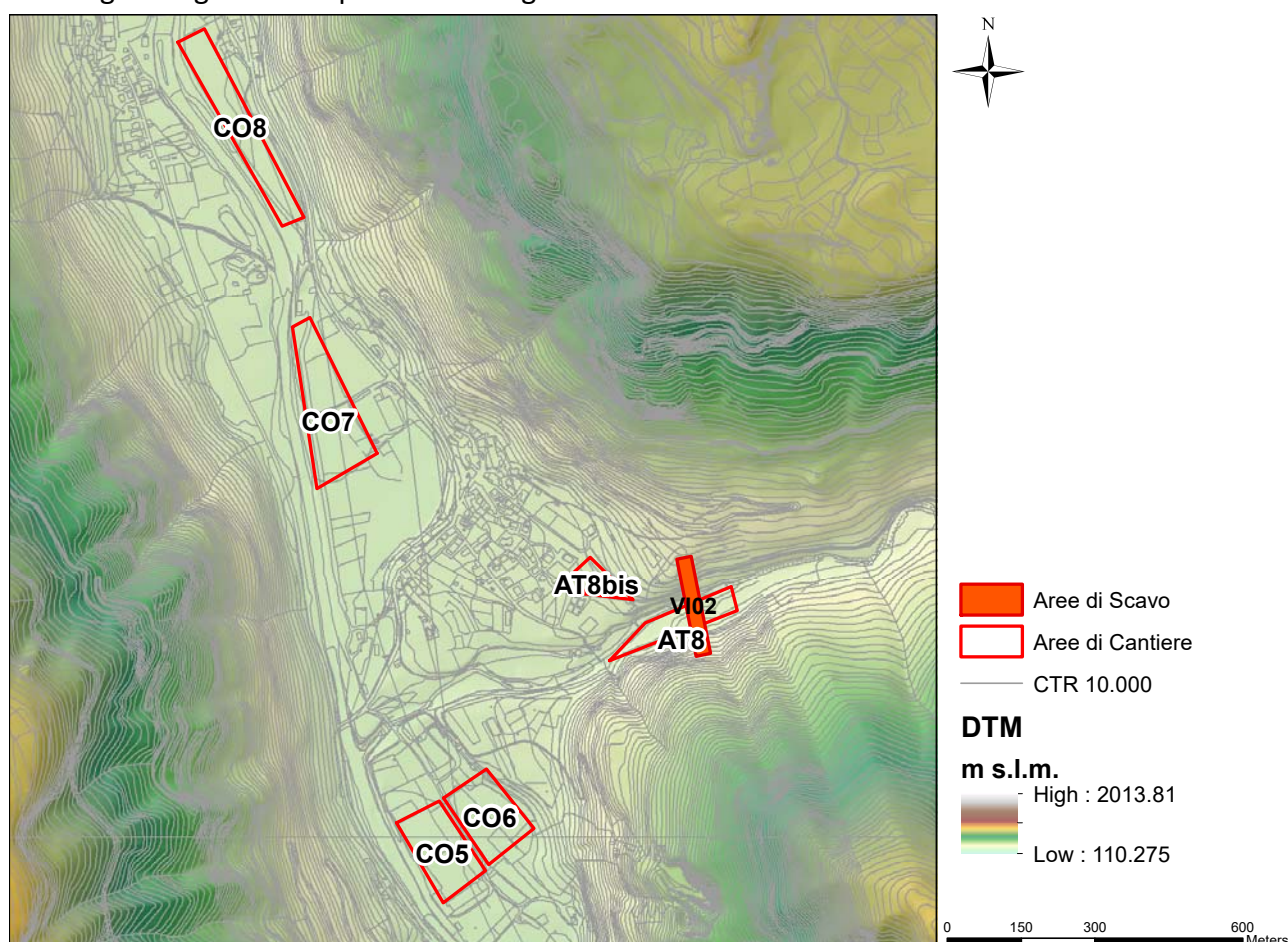


Figura 9 – Localizzazione delle sorgenti nell' Ambito 2

7.1.3 IPOTESI CONSERVATIVE ASSUNTE NELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Si riportando di seguito le ipotesi maggiormente conservative assunte nelle simulazioni modellistiche:

- è stata simulata la fase maggiormente impattante come continuativa su tutto l'anno;

- si considerano contemporaneamente presenti in tutte le aree di cantiere e in tutte le fasi tutti i mezzi di cantiere;
- il contributo di polveri dovuto agli abbancamenti di terreno è stato suddiviso, anche per i cantieri operativi e i campi base, solo per la durata dell’opera più vicina; l’ipotesi è conservativa in quanto è plausibile non siano abbancati tutti i volumi totali solo in quella durata;
- le aree di cantiere sono state considerate non asfaltate, mentre in parte risultano esserlo (solo le aree di stoccaggio saranno in terra battuta);
- è stata trascurata la bagnatura delle strade non asfaltate;
- è stata trascurato l’effetto della riduzione della velocità dei mezzi pesanti nell’area di lavoro;
- per i mezzi pesanti, la metodologia AQMD fissa i fattori emissivi per il particolato totale (PM). In via cautelativa tutte le PM emesse dai mezzi di cantiere sono considerate come PM₁₀;
- nella stima delle emissioni di polveri durante lo stoccaggio, vengono considerati anche i contributi dovuti al carico e scarico del materiale calcolati con fattori emissivi conservativi, in quanto riferiti a un materiale superficiale, caratterizzato da un basso tasso di umidità e quindi molto polverulento, vengono trascurate le misure di mitigazione previste (quali ad esempio la bagnatura).

8 ANALISI DEI RISULTATI E VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE – POST-OPERAM

Di seguito si descrivono i risultati delle simulazioni modellistiche di dispersione delle polveri generate dalle attività di cantiere dell’infrastruttura stradale A31; in particolare si procede nella verifica dell’impatto ambientale sulla componente atmosfera nello scenario post-operam, ottenuto sommando alle concentrazioni attese (contributo delle sole attività in esame) i valori di concentrazione di fondo stimati, come descritto al capitolo 3.

I risultati delle simulazioni modellistiche nello scenario post-operam sono rappresentati come mappe raster di distribuzione spaziale delle concentrazioni al suolo (1,7 m - altezza media recettore umano) di PM₁₀ dove gli intervalli di concentrazione sono riportati con una specifica scala di colori.

In particolare per il PM₁₀ la normativa di riferimento fissa il numero di volte in cui la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati e le relative mappe rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione massima nell’intervallo temporale fissato. Per il PM₁₀, la concentrazione limite giornaliera può essere superata 35 volte in un anno, che

corrisponde al 90,410° percentile delle concentrazioni su media giornaliera. I valori annuali sono invece mediati sull’anno completo.

Nelle tavole (da Tavola J16L1-210202003-0104 alla tavola J16L1 -210202003-0404) si riportano le mappe delle distribuzioni spaziali di concentrazioni dei PM₁₀ al suolo nello scenario di cantiere, rappresentative dei valori di concentrazione calcolate su diverse medie temporali in coerenza con i limiti sulla qualità dell’aria definiti dal Decreto Lgs. 155/2010. In questo modo è possibile rilevare eventuali criticità e superamenti dei limiti sulla qualità dell’aria.

Le mappe sono rappresentative della qualità dell’aria attesa nello scenario di cantiere, sommando al fondo esistente, valutato attraverso specifiche campagne di monitoraggio (cfr. capitolo 3), il contributo atteso dalle attività di cantiere dell’autostrada A31. In particolare le somme sono state effettuate considerando come concentrazione di fondo ante-operam le medie temporali, 90,410° percentile della concentrazione massima su media giornaliera per il PM₁₀, in coerenza con i limiti sulla qualità dell’aria definiti dal Decreto Lgs. 155/2010, calcolate per PM₁₀ tramite correlazione con i dati della centralina di Schio.

Inoltre per ciascun punto di monitoraggio sono state individuate delle aree di pertinenza in cui si assumono concentrazioni rappresentative del fondo ante-operam costante come indicato nelle planimetrie di concentrazione degli inquinanti nello stato di fatto:

- PD01 nell’ambito 1 (cfr. Tavole J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 1)
- PD03 nell’ambito 2 (cfr. Tavole J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 3).

Di seguito si descrivono in dettaglio i risultati ottenuti per le 2 aree di interesse:

Ambito1

- **Non si prevedono presso i recettori sensibili, nello scenario post-operam, concentrazioni al suolo superiori ai limiti normativi vigenti.**
- Per quanto riguarda il limite annuale, questo risulta sempre ampiamente inferiore a 40 µg/m³ (valore limite).
- I valori massimi annuali si verificano in corrispondenza delle aree di cantiere CO1, in cui si ha il fattore emissivo maggiore, e AT2, e si esauriscono a pochi metri dalle aree stesse.
- Per quanto riguarda il 90,410° percentile della concentrazione massima su media giornaliera, questo presenta dei valori superiori a 50 µg/m³ (valore limite), tra le sorgenti CO1 e CO1bis, all’interno dell’area AT1, AT2 e AT3. Tali superamenti si verificano all’interno delle sorgenti emissive, come è logico attendersi, e si esauriscono in pochi metri. Non interessano alcun recettore sensibile.

Ambito2

- **Non si prevedono presso i recettori sensibili, nello scenario post-operam, concentrazioni al suolo superiori ai limiti normativi vigenti.**
- Per quanto riguarda il limite annuale, questo risulta sempre ampiamente inferiore a 40

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite).

- I valori massimi annuali si verificano in corrispondenza delle aree di cantiere AT8, in cui si ha il fattore emissivo maggiore, e CO8, e si esauriscono a pochi metri dalle aree stesse.
- Per quanto riguarda il 90,410° percentile della concentrazione massima su media giornaliera, questo presenta dei valori superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore limite), all'interno delle aree di cantiere. Tali superamenti si verificano all'interno delle sorgenti emissive, come è logico attendersi, e si esauriscono in pochi metri. Non interessano alcun recettore sensibile.

9 BILANCIO EMISSIVO COMPLESSIVO PER LE ATTIVITA' DI CANTIERE

Si riporta di seguito il bilancio emissivo complessivo per le attività di cantiere, per la realizzazione dell'intera opera A31. Tale bilancio prende in considerazione i contributi analizzati precedentemente per gli ambiti 1 e 2, per tutte le aree di cantiere coinvolte, lungo tutta la durata delle attività. Il bilancio emissivo prende in considerazione gli inquinanti CO, COV, NO_x/NO₂, C₆H₆ e PM₁₀.

Vengono analizzati i seguenti contributi:

- Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere;
- Emissione di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale;
- Emissione di polveri per stoccaggio dei materiali;
- Emissione di polveri per scavo e movimentazione di terra;
- Emissione di polveri da impianti di frantumazione;
- Emissione di polveri durante transito mezzi operanti in cantiere (piste non asfaltate)
- Emissione di polveri durante transito mezzi nelle piste di cantiere (piste asfaltate).

Le attività di cantiere si svolgono all'interno delle seguenti aree:

- Aree di cantiere: CO1, CO1bis, AT1, AT2, AT3, CB1, AT4, AT5, AT6, CO2, CO3, AT7, CO4, CO5, CO6, AT8, AT8bis, CO7, CO8, AT9, AT10, AT11, AT12;
- Aree di scavo lungo il tracciato dell'opera A31
- Aree di pertinenza delle gallerie: G_PN (Galleria Pedescala Sud) - G_CN (Galleria Cogollo Nord).

Le aree sono rappresentate nelle Tavole di progetto, alle quali si rimanda per ogni approfondimento.

Nella tabella seguente, estratta dagli elaborati progettuali, è riportato per ogni area di cantiere, l'utilizzo dell'area e la durata delle attività all'interno dell'area.

AREA	USO	Durata [gg]
CO1	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
CO1bis	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
AT1	area Tecnica Viadotto Piovene lato sud, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	264
AT2	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	294
AT3	area Tecnica Cavalcavia Via Colombara, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	235
CB1	area Campo Base, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
AT4	area Tecnica galleria S.Agata lato sud, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	550

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

AREA	USO	Durata [gg]
AT5	area Tecnica Deviazione Str. Poderale Via Branchette e imbocco Galleria S.Agata2 lato nord, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2299
AT6	area Tecnica Deviazione Str. Poderale Via Branchette e imbocco Galleria S.Agata2 lato nord, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2299
CO2	impianto frantumazione/im pinto betonaggio/Prefabbricazione	2889
CO3	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
AT7	area Tecnica per impianto scavo meccanizzato della galleria Cogollo lato sud	267
CO4	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
CO5	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
CO6	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
AT8	area Tecnica Viadotto Assa lato sud, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	283
AT8 bis	area Tecnica Viadotto Assa lato nord, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	1459
CO7	area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
CO8	Impianto di Frantumazione e Betonaggio, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	2889
AT9	area Tecnica Viadotto Settecà lato sud/imbocco Galleria Pedescala lato nord, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	1710
AT10	area Tecnica Viadotto Settecà lato nord/Galleria S.Pietro sud, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	1750
AT11	area Tecnica imbocco galleria S.Pietro nord/Viadotto Molino, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	1716
AT12	area Tecnica Svincolo Valle dell'Astico, area di stoccaggio materiali e/o terre e rocce da scavo	990
G_PS	area di pertinenza della Galleria Pedescala Sud	837
G_CN	area di pertinenza della Galleria Cogollo Nord	1036

Tabella 57: Uso delle aree di cantiere e durata delle attività all'interno delle aree.

Per la stima dell'emissione di particolato connesso con le attività elencate si procede nell'applicazione dei fattori di emissione riportati nella metodologia AP-42 sviluppata da USEPA, nei database AQMD e SINANET-ISPRA in coerenza con quanto svolto per l'ambito1 e per l'ambito2. Per tale motivo si riportano di seguito le stime effettuate, rimandando al paragrafo 7.1.1 per quanto riguarda la metodologia.

9.1 Emissione di polveri e gas esausti dai motori a combustione dei mezzi pesanti e dei mezzi di trasporto in cantiere

Nella tabella seguente vengono indicati i mezzi utilizzati per le attività di cantiere, suddivisi per tipologia e area di utilizzo. La tipologia e il numero dei mezzi varia a seconda del tipo di attività, e seguono la seguente linea generale:

- per i cantieri operativi e campi base vengono utilizzati 2 pale meccaniche e 2 autocarri

- per i cantieri operativi con frantumazione e betonaggio vengono utilizzati 2 pale meccaniche e 2 autocarri, con l'aggiunta di un impianto di frantumazione e uno di betonaggio;
- per le aree tecniche per la costruzione di viadotti vengono utilizzati 4 trivelle, 2 escavatori, 2 pale meccaniche, 2 autopompe e 2 autocarri
- per le aree tecniche per la costruzione di rilevati e trincee vengono utilizzati 2 escavatori, 2 pale meccaniche, 2 motograder, 2 compattatrici e 2 autocarri.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1	AT4	AT5	AT6	CO2	CO3	AT7	CO4	CO5	CO6	AT8	AT8bis	CO7	CO8	AT9	AT10	AT11	AT12	G_PS	G_CN	TOT
Trivelle			4	4												4				4	4	4				24
Escavatore			2	2	2		2	2	2							2				2	2	2	2			22
Pala meccanica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		47
Autopompa/betoniera			2	2												2				2	2	2				12
Motograder					2		2	2	2														2			10
Compattatrice					2		2	2	2														2			10
Impianto di betonaggio										1									1							2
Impianto di frantumazione										1									1							2
Gru												1													1	2
Nastro trasportatore												1														1
Autocarri	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	50
TOT	4	4	12	12	10	4	10	10	10	6	4	5	4	4	4	12	4	4	6	12	12	12	10	4	3	

Legenda

	cantieri operativi e base
	cantieri operativi con frantumazione e betonaggio
	aree per viadotti
	aree per rilevati /trincee
	aree con equipaggiamento diverso

Tabella 58: Mezzi utilizzati per le attività di cantiere

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti (escavatori ed altri veicoli di movimentazione terra) durante le attività lavorative, si fa riferimento ai fattori emissivi stimati per l’anno 2022 secondo la metodologia americana definita in AQMD "Air Quality Analysis Guidance Handbook" (Handbook) Off-Roads Mobile Source Emission Factors che utilizza i fattori di emissione stimati dal modello “CARB's Off-Road”. Si riportano i valori per gli inquinanti CO, NO_x e PM, in quanto gli altri non sono indicati. Si precisa che in via cautelativa tutte le PM emesse sono considerate come PM₁₀.

In una giornata di cantiere si prevede conservativamente che tutte le macchine operatrici presenti siano contemporaneamente in funzione per 10 ore. Si riportano di seguito le emissioni calcolate per ogni area, a seconda della tipologia.

lb/h	Aree Tecniche per viadotti (AT1, AT2, AT8, AT9, AT10, AT11)			
	N.	CO	NO _x	PM ₁₀
Trivelle	4	1,37	0,47	0,02
Escavatore	2	1,33	0,59	0,03
Pala meccanica	2	1,24	0,74	0,04
Autopompa/betoniera	2	1,47	0,93	0,04
Totale lb/h		5,40	2,74	0,13
kg/h	Aree Tecniche per viadotti (AT1, AT2, AT8, AT9, AT10, AT11)			
	N.	CO	NO _x	PM ₁₀
Trivelle	4	0,62	0,21	0,01
Escavatore	2	0,60	0,27	0,01
Pala meccanica	2	0,56	0,34	0,02
Autopompa/betoniera	2	0,67	0,42	0,02
Totale kg/h		2,45	1,24	0,06

lb/h	Aree Tecniche per rilevati /trincee (AT3, AT4, AT5, AT6, AT12)			
	N.	CO	NO _x	PM ₁₀
Escavatore	2	1,33	0,59	0,03
Pala meccanica	2	1,24	0,74	0,04
Motograder	2	1,45	0,89	0,05
Compattatrice	2	1,22	0,85	0,04
Totale lb/h		5,24	3,08	0,16
kg/h	Aree Tecniche per rilevati /trincee (AT3, AT4, AT5, AT6, AT12)			
	N.	CO	NO _x	PM ₁₀
Escavatore	2	0,60	0,27	0,01
Pala meccanica	2	0,56	0,34	0,02
Motograder	2	0,66	0,41	0,02
Compattatrice	2	0,55	0,39	0,02
Totale kg/h	0	2,38	1,40	0,07

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

lb/h	Campi Operativi e Campi Base (CO1, CO1bis, CB1, CO3, CO4, CO5, CO6, AT8bis, CO7, G_PS)			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	2	1,24	0,74	0,04
Totale lb/h	-	1,24	0,74	0,04
kg/h	Campi Operativi e Campi Base (CO1, CO1bis, CB1, CO3, CO4, CO5, CO6, AT8bis, CO7, G_PS)			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,56	0,34	0,02
Totale kg/h	-	0,56	0,34	0,0176

lb/h	Cantieri operativi con frantumazione e betonaggio (CO2, CO8)			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	2	1,24	0,74	0,04
Impianto di betonaggio	1	0,07	0,14	0,01
Impianto di frantumazione	1	0,95	0,55	0,03
Totale lb/h	-	2,27	1,43	0,07
kg/h	Cantieri operativi con frantumazione e betonaggio (CO2, CO8)			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	2	0,56	0,34	0,02
Impianto di betonaggio	1	0,03	0,06	0,00
Impianto di frantumazione	1	0,43	0,25	0,01
Totale kg/h	-	1,03	0,65	0,03

lb/h	Area Tecnica AT7			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	1	0,62	0,37	0,02
Gru	1	0,37	0,56	0,02
Nastro trasportatore	1	0,37	0,51	0,02
Totale lb/h	-	1,36	1,45	0,06
kg/h	Area Tecnica AT7			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Pala meccanica	1	0,28	0,17	0,01
Gru	1	0,17	0,26	0,01
Nastro trasportatore	1	0,17	0,23	0,01
Totale kg/h	-	0,62	0,66	0,03

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

lb/h	Area G_CN			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Gru	1	0,37	0,56	0,02
Totale lb/h	-	0,37	0,56	0,02
kg/h	Area G_CN			
	N.	CO	NOx	PM ₁₀
Gru	1	0,17	0,26	0,01
Totale kg/h	-	0,17	0,26	0,01

Tabella 59: Fattori di Emissione Macchine Operatrici Pesanti (AQMD – anno 2022), nelle aree di cantiere

Dati i fattori emissivi per ogni area di cantiere, e considerando le durate delle attività in ogni singola area riportate in Tabella 57, si stimano le seguenti emissioni totali:

Aree	Durata	Fattori emissivi Totali [kg]		
	[gg]	CO	NOx	PM ₁₀
CO1	2889	16281	9756	508
CO1bis	2889	16281	9756	508
AT1	264	6478	3278	151
AT2	294	7214	3651	169
AT3	235	5594	3285	170
CB1	2889	16281	9756	508
AT4	550	13093	7687	398
AT5	2299	54731	32133	1665
AT6	2299	54731	32133	1665
CO2	2889	29738	18725	950
CO3	2889	16281	9756	508
AT7	267	1645	1752	70
CO4	2889	16281	9756	508
CO5	2889	16281	9756	508
CO6	2889	16281	9756	508
AT8	283	6944	3514	162
AT8bis	1459	8222	4927	256
CO7	2889	16281	9756	508
CO8	2889	29738	18725	950
AT9	1710	41957	21235	981
AT10	1750	42938	21731	1003
AT11	1716	42104	21309	984
AT12	990	23568	13837	717
G_PS	837	4717	2827	147
G_CN	1036	1726	2646	97
TOT		505389	291445	14600

Tabella 60: Emissioni totali di inquinanti rilasciati dalle macchine operatrici pesanti

La stima quantitativa delle emissioni di gas e particolato esausti dai tubi di scarico dei mezzi adibiti al trasporto di personale e del materiale in corrispondenza dell’area di attività (autocarri) viene di seguito condotta utilizzando i fattori di emissione contenuti nell’inventario nazionale delle emissioni. In particolare, si stimano le emissioni totali utilizzando i fattori di emissione relative al 2015 espressi in g/veicolo-km (ambito rurale), ottenuti dal modello COPERT e riportati nel database dei fattori di emissione di ISPRA-SINANet (Rete del sistema Informativo Nazionale Ambientale).

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA						
g/km*veicolo	CO	VOC	NO ₂	NO _x	Benzene	PM ₁₀
Autocarri	1,15	0,22	0,57	4,72	0,0001	0,17

Tabella 61: Fattori di Emissione Veicoli Pesanti (Autocarri) – Banca dati SINANET

Per la stima quantitativa delle emissioni nelle aree di cantiere si ipotizza che in una normale giornata di cantiere i mezzi di trasporto ed i camion percorrano un tragitto medio pari a 2 km all’interno dell’area di cantiere, in questo modo è possibile stimare le quantità di massa per ciascun inquinante rilasciato in atmosfera durante la fase di cantiere, sintetizzata nella tabella seguente. Per ogni area di cantiere sono previsti 2 autocarri come indicato in Tabella 58. Vengono inoltre inseriti i mezzi transitanti sulle piste di cantiere, pari a 1368194 camion che percorrono ognuno in media 1 km: tali numeri derivano dalle valutazioni riportate al paragrafo 9.7 al quale si rimanda per ogni approfondimento.

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA Totali [kg]							
Area	Durata [gg]	CO	VOC	NO ₂	NO _x	Benzene	PM ₁₀
CO1	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
CO1bis	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
AT1	264	1,22	0,23	0,60	4,98	0,0002	0,17
AT2	294	1,36	0,26	0,67	5,55	0,0002	0,19
AT3	235	1,08	0,21	0,54	4,43	0,0001	0,16
CB1	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
AT4	550	2,54	0,49	1,25	10,38	0,0003	0,36
AT5	2299	10,60	2,04	5,24	43,37	0,0014	1,52
AT6	2299	10,60	2,04	5,24	43,37	0,0014	1,52
CO2	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
CO3	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
AT7	267	1,23	0,24	0,61	5,04	0,0002	0,18
CO4	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
CO5	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
CO6	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
AT8	283	1,30	0,25	0,65	5,34	0,0002	0,19
AT8bis	1459	6,73	1,29	3,33	27,52	0,0009	0,97

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Fattori di emissione Autocarri - SINANET- ISPRA							
Totali [kg]							
Area	Durata [gg]	CO	VOC	NO₂	NOx	Benzene	PM₁₀
CO7	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
CO8	2889	13,32	2,56	6,58	54,50	0,0017	1,91
AT9	1710	7,89	1,52	3,90	32,26	0,0010	1,13
AT10	1750	8,07	1,55	3,99	33,01	0,0010	1,16
AT11	1716	7,91	1,52	3,91	32,37	0,0010	1,14
AT12	990	4,57	0,88	2,26	18,68	0,0006	0,66
G_PS	837	3,86	0,74	1,91	15,79	0,0005	0,55
G_CN	1036	4,78	0,92	2,36	19,54	0,0006	0,69
mezzi tot nelle piste di cantiere		1606,70	308,73	794,13	6573,25	0,2049	230,86
TOT		1814	348	896	7420	0.23	261

Tabella 62: Emissioni totali di inquinanti da traffico veicolare (Autocarri) in ogni area

9.2 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada non asfaltata

Il trasporto di terreno e di materiali di cantiere così come le lavorazioni in area di cantiere, comportano il transito di mezzi su piste non asfaltate, dove la frizione delle ruote sulla superficie stradale determina la polverizzazione del materiale superficiale e la successiva volatilizzazione e dispersione in atmosfera. Si noti che tale valutazione risulta essere molto conservativa, in quanto viene condotta ipotizzando che tutte le aree di cantiere non siano asfaltate: nella realtà solo quelle di stoccaggio saranno in terra battuta.

Per quanto riguarda l'emissione di polvere in atmosfera, dovuta alla circolazione degli automezzi su strade non pavimentate, si fa riferimento al documento "AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Unpaved Roads" (USEPA 2006).

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	lb/miglia*veic	1,50	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42
k	Fattore moltiplicativo convertito in	g/km*veicolo	422,85	fattore di conversione
s	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso)	%	4,80	desunto dalla tabella 13.2.2-3 delle Linee guida AP-42
a	Costante definita dalla AP-42	-	0,90	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42
b	Costante definita dalla AP-42	-	0,45	desunto dalla tabella 13.2.2-2 delle Linee guida AP-42

Tabella 63: Parametri per la stima delle emissioni di polveri da transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata

Nella tabella seguente viene riportata la stima condotta per ogni area di cantiere, considerando la durata delle attività, i mezzi presenti per ogni area e la lunghezza media percorsa all’interno di ogni area.

	Peso medio dei mezzi	Fattore di emissione	Lunghezza media strada sterrata	Numero mezzi	Durata	Emissione PM ₁₀
	ton	g/km*veicolo	km/gg	-	gg	kg
CO1	30	522,44	0,20	4	2889	1207,47
CO1bis	30	522,44	0,10	4	2889	603,74
AT1	30	522,44	0,20	12	264	331,02
AT2	30	522,44	0,15	12	294	276,48
AT3	30	522,44	0,10	10	235	122,77
CB1	30	522,44	0,32	4	2889	1931,96
AT4	30	522,44	0,25	10	550	718,36
AT5	30	522,44	0,12	10	2299	1441,32
AT6	30	522,44	0,20	10	2299	2402,20
CO2	30	522,44	0,30	4	2889	1811,21
CO3	30	522,44	0,20	4	2889	1207,47
AT7	30	522,44	0,30	5	267	209,24
CO4	30	522,44	0,22	4	2889	1328,22
CO5	30	522,44	0,20	4	2889	1207,47
CO6	30	522,44	0,20	4	2889	1207,47
AT8	30	522,44	0,30	12	283	532,27
AT8bis	30	522,44	0,15	12	1459	1372,04
CO7	30	522,44	0,30	4	2889	1811,21
CO8	30	522,44	0,45	4	2889	2716,82
AT9	30	522,44	0,30	12	1710	3216,17
AT10	30	522,44	0,27	12	1750	2962,26
AT11	30	522,44	0,35	12	1716	3765,36
AT12	30	522,44	0,22	10	990	1137,88
G_PS	30	522,44	0,15	4	837	262,37
G_CN	30	522,44	0,10	3	1036	162,38
TOT						33945,19

Tabella 64: Emissioni totali di polveri (PM₁₀) dovute al transito di mezzi pesanti su strada non asfaltata (all’interno delle aree di cantiere)

9.3 Sollevamento di polveri per scotico e sbancamento del materiale superficiale

L’attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene generalmente effettuata con ruspa o escavatore lungo tutta l’area di cantiere. Secondo quanto indicato al paragrafo 13.2.3 “Heavy construction operations” dell’AP-42, tale fase produce delle emissioni di PTS con un rateo di 5.7 kg/km. Come specificato nelle “linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasposto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPAT: “Il fattore di emissione è assegnato per le polveri totali (PTS); per riferirsi al PM₁₀ si può cautelativamente considerare

l’emissione come costituita completamente dalla frazione PM₁₀, oppure considerarla solo in parte costituita da PM₁₀. In tal caso occorre esplicitare chiaramente la percentuale di PM₁₀ considerata. In mancanza di informazioni specifiche, osservando i rapporti tra i fattori di emissione di PM₁₀ e PTS relativi alle altre attività oggetto del presente lavoro, si può ritenere cautelativo considerare una componente PM₁₀ dell’ordine del 60% del PTS.”

Nel caso in esame, per ogni area di cantiere e di scavo è stata stimata la lunghezza di scotico della pista di lavoro, in base all’ampiezza media della ruspa, e conseguentemente le emissioni di PTS e PM₁₀. Nella tabella seguente si riportano le stime effettuate.

	Area	Larghezza ruspa	Lunghezza percorsa	PTS	PM ₁₀
	m ²	m	m	kg tot	kg tot
CO1	15734	3,5	4495	25,62	15,37
CO1bis	3922	3,5	1121	6,39	3,83
AT1	8648	3,5	2471	14,08	8,45
AT2	9768	3,5	2791	15,91	9,54
AT3	5665	3,5	1619	9,23	5,54
CB1	44559	3,5	12731	72,57	43,54
AT4	17102	3,5	4886	27,85	16,71
AT5	5399	3,5	1543	8,79	5,28
AT6	8814	3,5	2518	14,35	8,61
CO2	41633	3,5	11895	67,80	40,68
CO3	16690	3,5	4769	27,18	16,31
AT7	12085	3,5	3453	19,68	11,81
CO4	13404	3,5	3830	21,83	13,10
CO5	18221	3,5	5206	29,67	17,80
CO6	17685	3,5	5053	28,80	17,28
AT8	11009	3,5	3145	17,93	10,76
AT8bis	4762	3,5	1361	7,76	4,65
CO7	27943	3,5	7984	45,51	27,30
CO8	23143	3,5	6612	37,69	22,61
AT9	15199	3,5	4343	24,75	14,85
AT10	11138	3,5	3182	18,14	10,88
AT11	33709	3,5	9631	54,90	32,94
AT12	27907	3,5	7973	45,45	27,27
G_PS	5000	3,5	1429	8,14	4,89
G_CN	5200	3,5	1486	8,47	5,08
TOT					395,10

Tabella 65: Emissioni totali di polveri (PM₁₀) durante le attività di scotico

9.4 Sollevamento di polveri per stoccaggio dei materiali

Per quanto riguarda la stima della quantità di particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di stoccaggio si fa riferimento alla metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), che permette di definire i fattori di emissione, durante l’operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli.

Per ogni area di cantiere sono stati stimati i fattori emissivi a partire dai volumi di abbancamento previsti e dalla durata. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Per le aree di cantiere, essendo quest'ultime usate come aree di stoccaggio delle terre, vengono inoltre considerati i contributi delle fasi di carico e scarico di tali materiali. Per la stima dei fattori emissivi si adottano i fattori di emissione desunti dal software FIRE (U.S.EPA) che riporta i fattori di emissione specifici per il carico del materiale superficiale (overburden) scavato su camion (SCC 3-05-010-37), che risulta pari a 6.8 g/t di materiale caricato e un fattore emissivo per la fase di scarico del materiale superficiale (overburden) di 0.45 g/tonn (SCC 3-05-010-42).

Si precisa come tali fattori risultino conservativi, in quanto riferiti a un materiale superficiale, caratterizzato da un basso tasso di umidità e quindi molto polverulento. Infatti vengono, in questa fase, trascurate le misure di mitigazione previste (quali ad esempio la bagnatura).

Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico.

La somma delle emissioni in tutte le aree è pari a 10379 kg.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Formazione Cumuli																									
	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1	AT4	AT5	AT6	CO2	CO3	AT7	CO4	CO5	CO6	AT8	AT8bis	CO7	CO8	AT9	AT10	AT11	AT12	
K	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
U	m/s	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
M	%	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Vol, abbanc,	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119	61937	17241	30152	0	31915	1777	48321	61362	74277	8455	12600	92639	31487	59228	43596	63991	106525	
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78101	24720	41348	49260	27543	73679	92906	25862	45228	0	47873	2665	72482	92043	111416	12682	18900	138959	47231	88843	65394	95987	159787	
E	Kg/tonn	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05	9,6E-05
E	Kg	7,5	2,4	4,0	4,7	2,6	7,0	8,9	2,5	4,3	0,0	4,6	0,3	6,9	8,8	10,7	1,2	1,8	13,3	4,5	8,5	6,3	9,2	15,3	
Carico																									
	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1	AT4	AT5	AT6	CO2	CO3	AT7	CO4	CO5	CO6	AT8	AT8bis	CO7	CO8	AT9	AT10	AT11	AT12	
Vol, abbanc,	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119	61937,4	17241	30151,8	0	31915,17	1776,6	48321	61362	74277	8454,6	12600	92639,4	31487,4	59228,4	43596	63991,2	106524,6	
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78101	24720	41348	49260	27543	73679	92906	25862	45228	0	47873	2665	72482	92043	111416	12682	18900	138959	47231	88843	65394	95987	159787	
E	g/tonn	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
E	Kg	531,1	168,1	281,2	335,0	187,3	501,0	631,8	175,9	307,5	0,0	325,5	18,1	492,9	625,9	757,6	86,2	128,5	944,9	321,2	604,1	444,7	652,7	1086,6	
Scarico																									
	UdM	CO1	CO1bis	AT1	AT2	AT3	CB1	AT4	AT5	AT6	CO2	CO3	AT7	CO4	CO5	CO6	AT8	AT8bis	CO7	CO8	AT9	AT10	AT11	AT12	
Vol, abbanc,	mc	52067	16480	27565	32840	18362	49119	61937	17241	30152	0	31915	1777	48321	61362	74277	8455	12600	92639	31487	59228	43596	63991	106525	
d terreno	Kg/mc	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
t terreno	tonn	78101	24720	41348	49260	27543	73679	92906	25862	45228	0	47873	2665	72482	92043	111416	12682	18900	138959	47231	88843	65394	95987	159787	
E	g/tonn	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
E	Kg	35,1	11,1	18,6	22,2	12,4	33,2	41,8	11,6	20,4	0,0	21,5	1,2	32,6	41,4	50,1	5,7	8,5	62,5	21,3	40,0	29,4	43,2	71,9	
E	Kg	574	182	304	362	202	541	682	190	332	0	352	20	532	676	818	93	139	1021	347	653	480	705	1174	

Tabella 66: Emissioni totali di polveri (PM₁₀) prodotte nella fase di abbancamento dei materiali in tutte le aree di cantiere, dovute alla formazione di cumuli, al carico e allo scarico

9.5 Sollevamento di polveri per scavo e movimentazione di terra

Per quanto riguarda la valutazione delle emissioni durante la fase di scavo, si segue la medesima metodologia utilizzata per lo stoccaggio. Infatti la metodologia “AP 42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13.2.2: Miscellaneous Sources – Aggregate Handling And Storage Piles” (USEPA 2006), permette di stimare il particolato fine (PM₁₀) sollevato in atmosfera durante le attività di scavo e movimentazione terra.

Le aree in cui avvengono gli scavi si collocano lungo il tracciato. In questa fase vengono considerati i volumi di scavo totali, come riportato negli elaborati progettuali, pari a 6.951.647 mc.

Nella tabella seguente si riportano le stime di polveri prodotte durante gli scavi.

Parametri	Scavi Totali
K	0,35
U	1,00
M	3,4
Volumi di scavo totali (mc)	6951647
d terreno (kg/mc)	1500
t terreno (tonn)	10427471,18
E (kg/tonn)	9,6E-05
E (kg)	997

Tabella 67: Emissioni totali di polveri (PM₁₀) prodotte durante gli scavi

9.6 Sollevamento di polveri per attività di frantumazione

All’interno delle aree di cantiere CO2 e CO8 è presente un impianto di frantumazione che, in esercizio, comporta l’emissione di polveri. Le Linee Guida Toscana riportano i fattori emissivi di PM10 per diverse attività di frantumazione, in presenza o meno di attività di mitigazione, secondo la metodologia AP-42 (Cfr. Tabella 48). Visto che, per questo tipo di attività, è prevista una bagnatura periodica, sono stati assunti tali valori, in funzione delle diverse fasi di frantumazione.

Nella tabella seguente si riporta la stima condotta, a partire dai volumi previsti in ingresso ai due impianti di frantumazione (considerati in questa fase in maniera cumulativa) e dalle dimensioni degli inerti in uscita.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

	Fattore di emissione con mitigazione	Peso specifico	Volume	Materiale trattato	Emissione PM ₁₀
	(kg/Mg)	tonn/m ³	m ³	Mg	kg
Scarico Camion	0,000008	2	6400000	12800000	102
Frantumazione secondaria 25 -100mm	0,000370	2	6400000	12800000	4736
Frantumazione terziaria 5 - 25mm	0,000270	2	3400000	6800000	1836
Vagliatura (screening)	0,000370	2	3400000	6800000	2516
Totale					9190

Tabella 68: Emissione di polveri (PM₁₀) durante la fase di frantumazione all'interno delle aree CO2 e CO8

Attività di frantumazione e macinazione (tab. 11.19.2-1)	Codice SCC	Fattore di emissione senza abbattimento (kg/Mg)	Abbattimento o mitigazione	Fattore di emissione con abbattimento (kg/Mg)	Efficienza di rimozione %
estrazione con perforazione (drilling unfragment stone)	3-05-020-10	4.E-05	Bagnatura con acqua		
frantumazione primaria 75 – 300mm (primary crushing)	3-05-020-01				
frantumazione secondaria 25 – 100mm (secondary crushing)	3-05-020-02	0.0043		3.7E-04	91
frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing)	3-05-020-03	0.0012		2.7E-04	77
frantumazione fine (fine crushing)	3-05-020-05	0.0075		6.E-04	92
vagliatura (screening)	3-05-020-02, 03, 04,15	0.0043		3.7E-04	91
vagliatura fine < 5mm (fine screening)	3-05-020-21	0.036		0.0011	97
nastro trasportatore – nel punto di trasferimento (conveyor transfer point)	3-05-020-06	5.5E-04	Copertura o inscatolamento	2.3E-05	96
scarico camion - alla tramoggia, rocce (truck unloading-fragmented stone)	3-05-020-31	8.E-06	Bagnatura con acqua	-	-
scarico camion - alla griglia (truck unloading and grizzly feeder)				-	-
carico camion - dal nastro trasportatore, rocce frantumate (truck loading-conveyor, crushed stone)	3-05-020-32	5.E-05		-	-
carico camion (truck loading)	3-05-020-33				

Tabella 69: Fattori emissivi per attività di frantumazione riportati nelle Linee Guida Toscana

9.7 Sollevamento di polveri per transito mezzi pesanti su strada asfaltata

Si è proceduto infine alla stima delle emissioni di polveri per il transito dei mezzi lungo le strade di cantiere che risultano essere asfaltate, secondo la metodologia AP-42.

Si riporta di seguito la tabella dei valori per i parametri richiesti per il calcolo del fattore di emissione.

Il numero di transiti totali è stato stimato considerando che i volumi di scavo totali fossero trasportati da camion di capienza 13 mc, con un viaggio di andata e ritorno.

MACRO FASE	TERRE E ROCCE	CALCESTRUZZI	INERTI	TERRE E ROCCE (ESUBERI)
	n. viaggi	n. viaggi	n. viaggi	n. viaggi
1	151669	71019	11287	133252
2	152007	47221	16496	88515
3	6047	2174	1158	3252
TOTALI PARZIALI	309723	120414	28941	225019
TOT. VIAGGI solo andata	684097			
TOT. VIAGGI and./rit.	1368194			

Tabella 70: Stima del transito totale di mezzi pesanti su strada asfaltata (piste di cantiere)

È stato inoltre stimato che ogni camion percorra il 30% della lunghezza delle piste.

Parametro	Descrizione	UdM	Valore	Note
k	Fattore moltiplicativo definito dalla AP 42 che varia in funzione della dimensione delle particelle che si vogliono considerare	g/km*veicolo	0,62	desunto dalla tabella 13.2.1-1 delle Linee guida AP-42
sL	Contenuto di materiale polverulento (sabbioso/limoso) sulla strada	g/m2	0,6	desunto dalla tabella 13.2.1-3 delle Linee guida AP-42
W	Peso Medio dei mezzi	Tonnellate	30	
E	Fattore di emissione	g/km*veicolo	12,51	Calcolo
Lung_TOT	Lunghezza tot piste di cantiere	km	3,396	Ricavato da elaborati tecnici sulla cantierizzazione
Lung_media_TOT	Lunghezza media percorsa da ogni camion	km	1.019	Ipotesi che ogni camion percorra il 30% della lungh. tot delle piste
N_TOT	Numero mezzi	Transiti tot	1368194	Calcolo
E_TOT	Fattore emissivo	kg tot	17432	Calcolo

Tabella 71: Emissione di polveri (PM₁₀) da transito di mezzi pesanti su strada asfaltata (piste di cantiere)

9.8 Bilancio emissivo totale

Nella tabella seguente si riporta il bilancio emissivo complessivo per le attività di cantiere, per la realizzazione dell'intera opera A31. Tale bilancio prende in considerazione i contributi analizzati ai paragrafi precedenti, per tutte le aree di cantiere coinvolte, lungo tutta la durata delle attività. Il bilancio emissivo prende in considerazione gli inquinanti CO, COV, NO_x/NO₂, C₆H₆ e PM₁₀.

	CO	VOC	NO ₂	NO _x	C ₆ H ₆	PM ₁₀
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Emissione dai gas di scarico delle macchine operatrici pesanti	505389			291445		14600
Emissione dai gas di scarico da autocarri	1814	348	896	7420	0,23	261
Emissione polveri durante lo scotico						395
Emissione polveri durante la realizzazione dello stoccaggio complessivo						10379
Emissione polveri durante la fase di scavo						997
Emissione polveri da impianto di Frantumazione						9190
Emissione polveri durante transito mezzi operanti in cantiere (piste non asfaltate)						33945
Emissione polveri durante transito mezzi nelle piste di cantiere (piste asfaltate)						17432
TOT	507202	348	896	298865	0,23	87199

Tabella 72: Bilancio emissivo complessivo per le attività di cantiere

10 CONCLUSIONI

Per quanto riguarda le simulazioni modellistiche aventi ad oggetto le emissioni di polveri durante le attività di cantiere, in due tratti significativi dell'opera A31, analizzando le distribuzioni spaziali delle concentrazioni di PM₁₀ al suolo in condizioni post-operam si rileva come non vi sia superamento dei limiti normativi per nessun recettore sensibile e pertanto si conclude come l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto alle attività di cantiere per l'opera A31 sia da ritenersi accettabile.

Si ribadisce come le stime siano state effettuate secondo ipotesi fortemente conservative.

Per quanto riguarda invece il bilancio complessivo dei fattori emissivi degli inquinanti durante tutte le attività di cantiere, si può notare come il contributo maggiore sia dato dal transito dei mezzi operanti in cantiere (piste non asfaltate). Si noti che tale contributo è stato stimato in maniera cautelativa, considerando che tutte le piste all'interno delle aree di cantiere siano non asfaltate, mentre in parte risultano esserlo (solo le aree di stoccaggio saranno in terra battuta); inoltre è stato trascurato l'effetto della bagnatura, che secondo il documento "WRAP fugitive dust Handbook" – 2006", può portare benefici fino al 55%.