

Presidenza del Consiglio dei Ministri

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO ALLA RICOSTRUZIONE NEL TERRITORIO DELLE
REGIONI EMILIA-ROMAGNA, TOSCANA E MARCHE
ORDINANZA N. 8/2024

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ER-SOUR-002677- OPERE DI SOMMA URGENZA PER LA
REALIZZAZIONE DI VASCA DI LAMINAZIONE DELLE PIENE DEL
CANALE AUSA NUOVA PER LA PROTEZIONE DELL'ABITATO DI
SELBAGNONE

CUPI78H23000420002

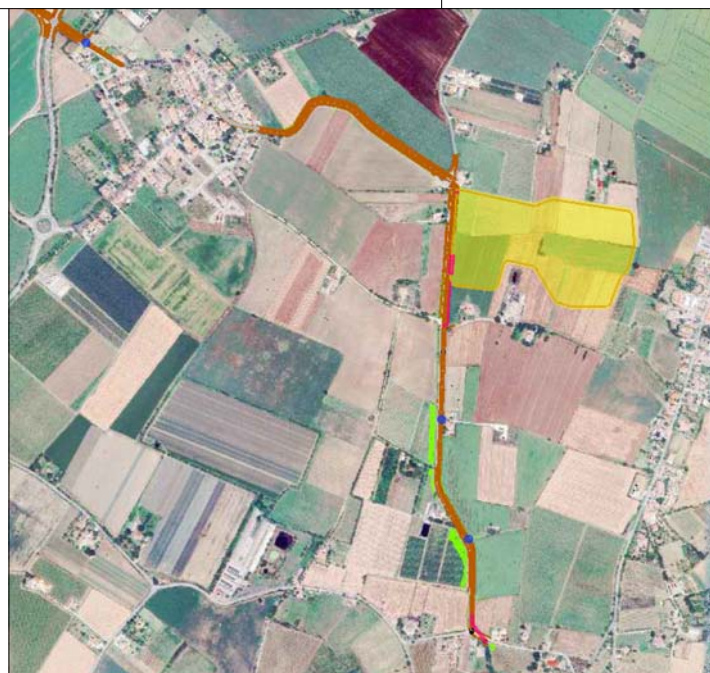
STUDIO DISPERSIONE POLVERI

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Ing. Rita Coli

I TECNICI REDATTORI DELLO STUDIO

Dott. Ing. Nicola Sampieri

Dott.ssa Francesca Aldi



Cod. progetto	Rev.	Descrizione	Data
T4_2024-05	0	Emissione	Febbraio 2025
	1		
	2		
	3		

INDICE

1.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	2
2.	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA	3
2.1	REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO	3
2.2	TEMPERATURE	5
2.3	PRECIPITAZIONI	5
2.4	ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO	6
2.5	CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA.....	6
3.	CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA	7
3.1	PIANO INTEGRATO ARIA REGIONALE (PAIR 2030).....	7
3.2	CENTRALINE DI MONITORAGIO.....	8
3.3	MODELLISTICA REGIONALE	11
4.	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'	13
4.1	Attraversamento di via Maestrina "Drizzagno"	13
4.2	Cassa di espansione	14
5.	RICETTORI	15
6.	VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DI POLVERI.....	17
6.1	PREMESSA METODOLOGICA.....	17
6.2	FATTORI DI EMISSIONE	17
6.2.1	Scavo	17
6.2.2	Transito mezzi su piste non asfaltate	18
6.2.3	Movimentazione materiale scavato	21
6.2.4	Erosione vento dai cumuli del materiale scavato	22
6.2.5	Gas di scarico mezzi d'opera	23
6.3	INTERVENTI MITIGATIVI	25
6.4	BILANCIO EMISSIVO	26
6.4.1	Attraversamento via Maestrina "Drizzagno"	26
6.4.2	Cassa di espansione	26
6.4.3	Valutazione.....	27
6.5	CONCLUSIONI.....	31

1. INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal D.Lgs del 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Il decreto fornisce una metodologia di riferimento per la suddivisione in zone del territorio (zonizzazione), e definisce i valori limite di riferimento ai fini della qualità dell'aria in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti.

Nello specifico, in relazione alle attività oggetto di valutazione, si riportano di seguito i valori limite per le polveri (intese come PM₁₀).

Inquinante	Tipo Limite	Valore Limite
PM ₁₀	Giornaliero	50 µg/m ³ (da non superare per più di 35 volte/anno)
	Annuale	40 µg/m ³

2. CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

Per la caratterizzazione dei dati meteorologici rappresentativi dell'area di indagine si è fatto riferimento ai dati desunti dall'Osservatorio Clima e Unità Territorio e reti di Arpae Simc, e più precisamente il dataset ERG5 di cui al sito <https://dati.arpae.it/dataset/erg5-interpolazione-su-griglia-di-dati-meteo>.

Nello specifico i dati meteo sono relativi all'anno 2024.

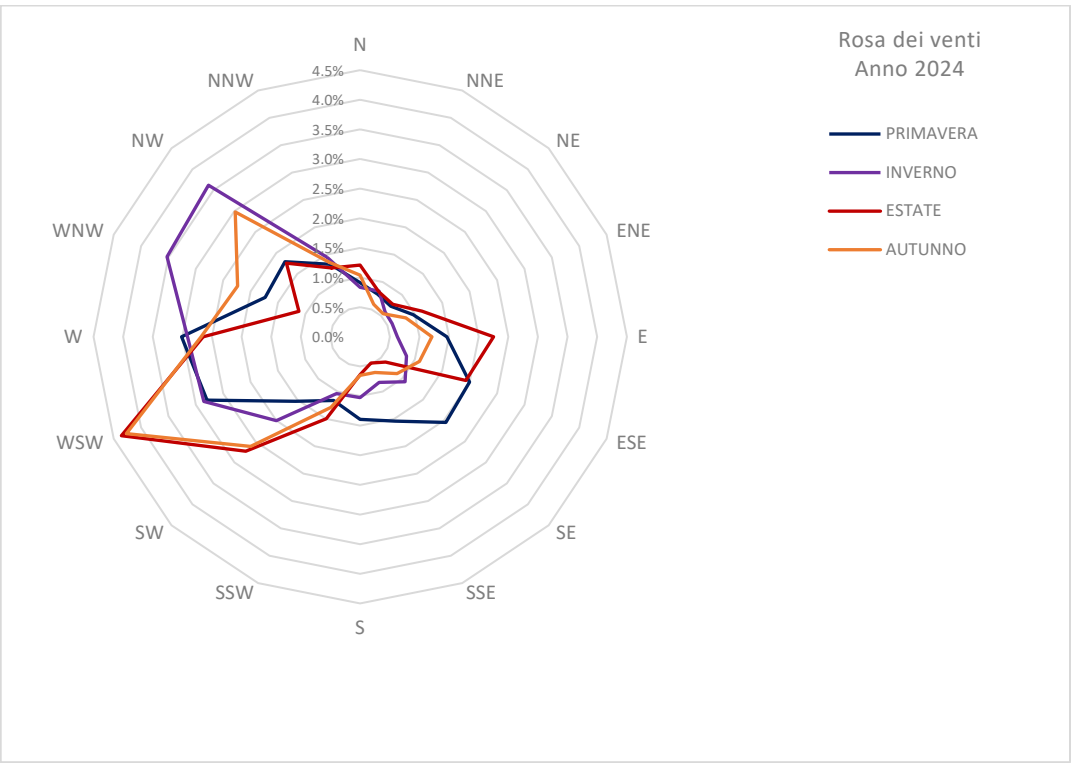
Nello specifico sono state esaminate le seguenti grandezze meteorologiche:

- **temperatura dell'aria:** temperature elevate sono, in genere, associate ad elevati valori di ozono, mentre le basse temperature, durante il periodo invernale, sono spesso correlate a condizioni di inversione termica, inversione termica che tende a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie e quindi a fare aumentare le concentrazioni misurate.
- **precipitazioni:** influiscono sulla deposizione e sulla rimozione umida degli inquinanti aerodispersi. L'assenza di precipitazioni riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere, attraverso i processi di deposizione umida e di dilavamento, gli inquinanti, in particolare le particelle fini.
- **intensità del vento** incide sul trasporto e la diffusione degli inquinanti; elevate velocità del vento tendono a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie.
- **direzione del vento** agisce in modo diretto sulla dispersione degli inquinanti.

2.1 REGIME ANEMOLOGICO: VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO

Dalla visualizzazione delle rose dei venti su base stagionale riportate di seguito, emergono le seguenti considerazioni:

- In primavera si notano componenti dominanti di provenienza del vento da SudEst, Est-SudEst e Ovest;
- In estate si nota una componente dominante di provenienza Ovest-SudOvest ed una secondaria proveniente da Est;
- In autunno si notano componenti dominanti di provenienza Ovest-SudOvest e Nord-Ovest;
- In inverno si notano componenti predominanti di provenienza da Nord-Ovest e Ovest-NordOvest.



Per quanto concerne la velocità del vento di seguito riassunti, si evince chiaramente come la classe predominante sia quella con venti compresi nell'intervallo 1,6-3,3 m/s e nell'intervallo precedente 0,3-1,5 m/s, a fronte di una velocità media su base annuale di ca. 2,25 m/s e di una percentuale di calme di vento come da tabella pari allo 1,3%.

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7
m/s	0,0 - 0,2	0,3 - 1,5	1,6 - 3,3	3,4 - 5,4	5,5 - 7,9	8,0 - 10,7	10,8 - 13,8	13,9 - 17,1
GENNAIO	1,6%	48,7%	40,2%	9,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
FEBBRAIO	0,6%	40,2%	41,1%	12,9%	4,6%	0,6%	0,0%	0,0%
MARZO	0,0%	20,8%	49,3%	20,2%	7,9%	1,7%	0,0%	0,0%
APRILE	0,4%	23,9%	48,5%	21,5%	5,1%	0,3%	0,3%	0,0%
MAGGIO	0,4%	32,1%	50,8%	13,8%	2,7%	0,1%	0,0%	0,0%
GIUGNO	0,1%	27,9%	52,9%	16,8%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
LUGLIO	0,1%	26,2%	58,7%	14,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
AGOSTO	0,1%	33,6%	57,1%	9,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
SETTEMBRE	0,0%	26,9%	57,5%	12,5%	2,9%	0,1%	0,0%	0,0%
OTTOBRE	0,4%	47,0%	40,3%	10,1%	2,0%	0,1%	0,0%	0,0%
NOVEMBRE	0,0%	42,9%	50,3%	4,9%	1,7%	0,3%	0,0%	0,0%
DICEMBRE	0,3%	27,6%	53,4%	16,6%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
ANNO	0,3%	33,1%	50,1%	13,5%	2,7%	0,3%	0,0%	0,0%
Frequenza percentuale			0-5%	5-45%	>45%			

2.2 TEMPERATURE

Di seguito viene riportato l'istogramma dell'andamento delle temperature medie, minime e massime su base giornaliera, che mostra il tipico andamento a campana di tale parametro meteo climatico, con picchi nella stagione estiva e minimi in quella invernale.

Si evidenziano alcune giornate di gelo nei mesi di gennaio e febbraio.

Le temperature massime si sono registrate nei mesi di luglio ed agosto.

La temperatura media annuale è risultata dell'ordine di ca. 15,8 °C.

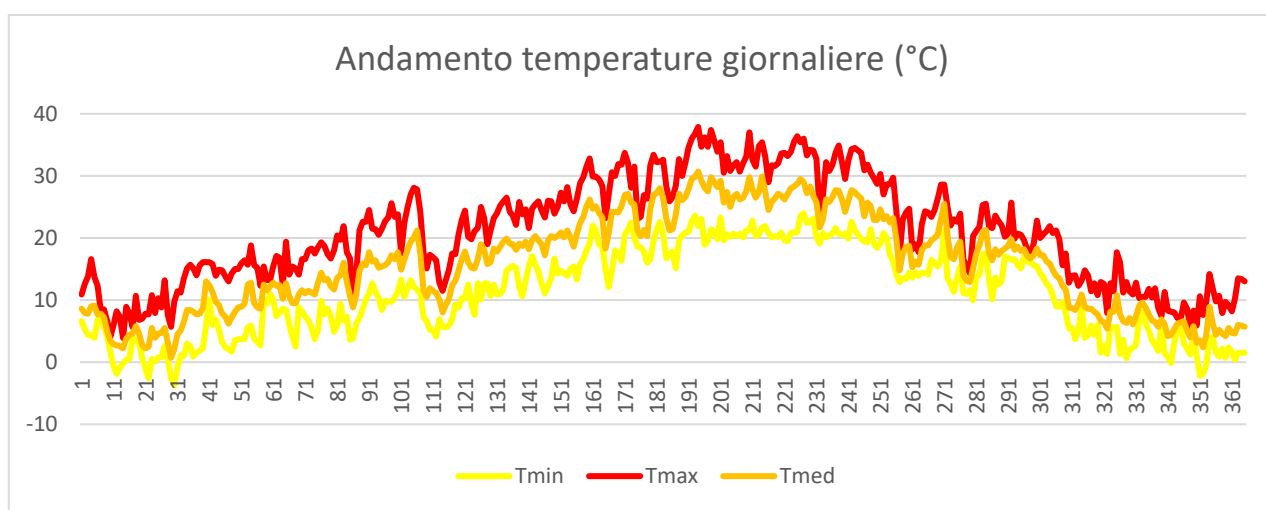


Figura 1. Andamento delle temperature minime, medie e massime su base giornaliera (anno 2024).

2.3 PRECIPITAZIONI

Di seguito viene riportato l'istogramma delle precipitazioni su base giornaliera.

L'anno 2024 nella provincia di Forlì-Cesena è stato caratterizzato da una generale scarsità di precipitazioni, segnando un andamento prevalentemente secco per gran parte dell'anno. Tuttavia, si sono registrati due significativi picchi di piovosità nei mesi di settembre e dicembre. Questi episodi, sebbene isolati, hanno rappresentato le uniche vere eccezioni in un anno altrimenti segnato da una marcata siccità.

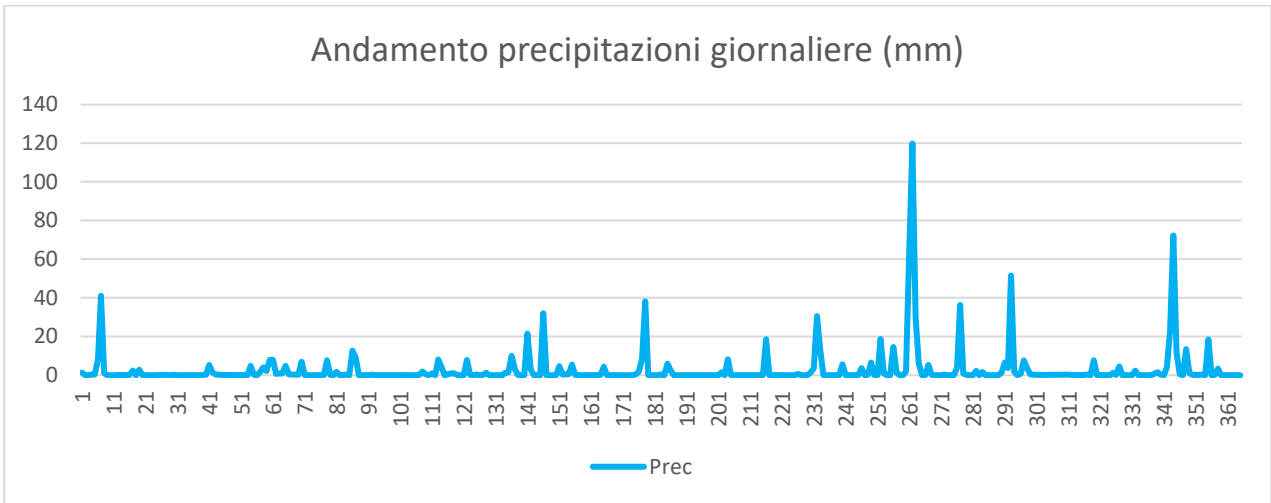


Figura 2. Andamento delle precipitazioni su base giornaliera (anno 2024).

2.4 ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO

Tale parametro influisce direttamente sulla diffusione dei gas inquinanti in atmosfera, in particolare in situazioni che presentano altezze basse, dell'ordine dei 100 m, che rappresenta una condizione tipicamente invernale, in corrispondenza della quale si crea un effetto di cappa che impedisce il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti in atmosfera. A tali situazioni si associa spesso l'instaurarsi di fenomeni di inquinamento acuto, anche in concomitanza con condizioni di stabilità atmosferica.

Pur non essendo presenti dati dalle stazioni meteo presenti nel sito Dext3R di ARPAE, si ritiene che per il sito di indagine l'andamento dell'altezza di rimescolamento possa presentare valori minimi dell'ordine di ca. 100 metri dal tramonto all'alba, e valori massimi nelle ore più calde della giornata anche superiori a 1.000 metri nella stagione estiva.

2.5 CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA

La quantità di turbolenza nell'ambiente aria ha effetti significativi sulla risalita e dispersione degli inquinanti atmosferici. Detta quantità può essere classificata in incrementi definiti noti come "classi di stabilità". Le categorie più comunemente utilizzate sono le classi di stabilità di Pasquill, suddivise in A, B, C, D, e F+G.

La classe A denota le condizioni di maggior turbolenza o maggiore instabilità mentre la classe F definisce le condizioni di maggior stabilità o minore turbolenza.

Pur non essendo presenti dati dalle stazioni meteo presenti nel sito Dext3R di ARPAE, si ritiene che nel periodo diurno sia plausibile ritenere prevalente la classe neutra D, mentre nel periodo notturno la classe più stabile F+G.

3. CARATTERIZZAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA

3.1 PIANO INTEGRATO ARIA REGIONALE (PAIR 2030)

In adempimento a quanto stabilito dalla direttiva europea 2008/50/CE e dal decreto legislativo 155/2010 di recepimento, le Regioni hanno il compito di adottare Piani regionali di qualità dell'aria, con l'obiettivo principale, a tutela della salute collettiva, di individuare azioni concrete per il rispetto degli standard di qualità dell'aria e per la riduzione delle emissioni inquinanti nei territori regionali.

Il nuovo Piano Aria Integrato Regionale (**PAIR 2030**) dell'Emilia-Romagna è stato approvato con deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 152 del 30 gennaio 2024 ed è entrato in vigore dalla data di pubblicazione sul BURERT n. 34 del 6 febbraio 2024.

Il PAIR 2030, in continuità con il piano precedente, si pone l'obiettivo dettato dalle norme europee e nazionali di raggiungere livelli di qualità dell'aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso, perseguire il mantenimento dei livelli di qualità dell'aria, laddove buona, e migliorarla negli altri casi.

Il PAIR 2030, in continuità con la precedente pianificazione (PAIR 2020) e in attuazione di quanto disposto dal D. Lgs. 155/2010, individua quattro zone del territorio regionale ai fini della tutela della qualità dell'aria (art. 4 delle NTA):

- Pianura Ovest (codice IT0892)
- Pianura Est (codice IT0893)
- Agglomerato di Bologna (codice IT0890)
- Appennino (codice IT0891)

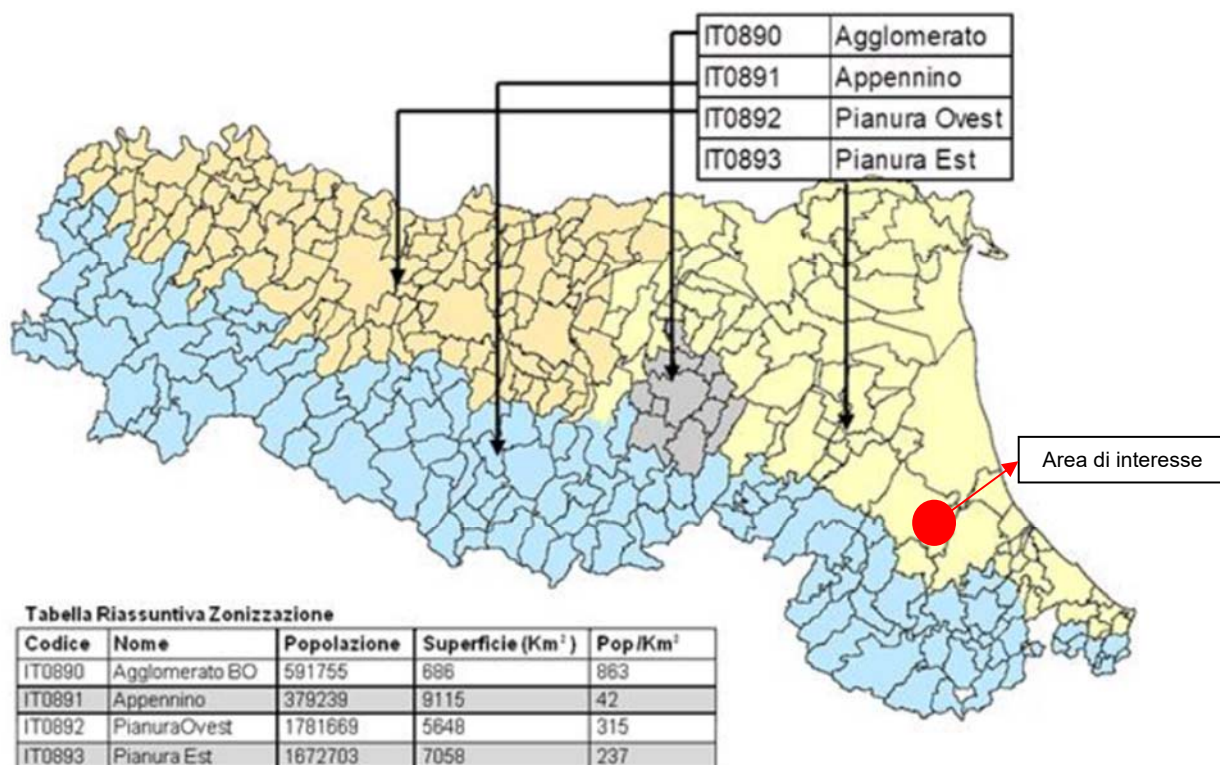


Figura 3. Zonizzazione qualità dell'aria.

All'art. 4 comma 2 delle NTA del Piano si specifica che le aree di superamento e a rischio di superamento dei valori limite di PM₁₀ e di NO₂ di cui alla DAL n. 51 del 2011, di seguito "**aree di superamento**", corrispondono alle zone della Pianura Est e della Pianura Ovest e dell'Agglomerato di Bologna.

I **Comuni di Forlimpopoli e Bertinoro (FC)** ricadono nella zona identificata come "Pianura Est" e di conseguenza risultano all'interno delle aree di superamento.

3.2 CENTRALINE DI MONITORAGGIO

Attualmente, la rete regionale per la valutazione della qualità dell'aria risulta composta da 47 punti di misura in siti fissi, le cui stazioni di monitoraggio sono suddivise nelle seguenti tipologie.

Per la protezione degli ecosistemi e/o della vegetazione:

- **Fondo rurale remoto:** centraline poste in aree esterne agli abitati e lontano da fonti di inquinamento dirette;
- **Fondo rurale:** posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree rurali, quindi in aree distanti dalle fonti di emissione;

Per la protezione della salute umana:

- **Fondo suburbano:** posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree suburbane, solo parzialmente edificate;
- **Fondo urbano:** posizionate dove il livello di inquinamento non è influenzato da una fonte in particolare, ma dal contributo integrato di tutte. Sono poste in aree urbane, quindi prevalentemente edificate;
- **Traffico urbano:** posizionate a bordo strada, dove il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni da traffico. Sono poste in aree urbane, quindi prevalentemente edificate.

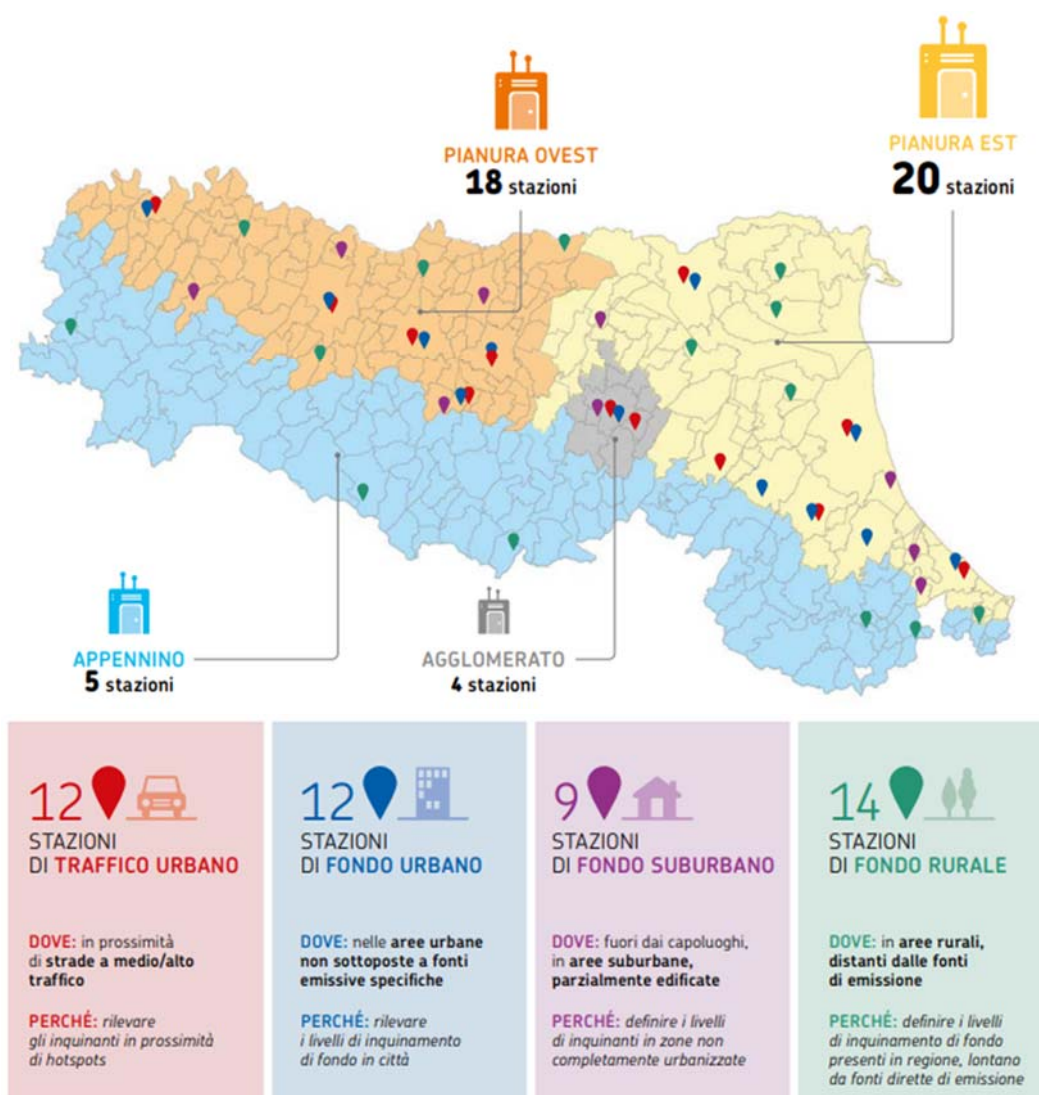


















Figura 4 – Centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria in Emilia-Romagna.

La rete attualmente in funzione nella Provincia di Forlì-Cesena prevede cinque stazioni di rilevamento della qualità dell'aria della Rete Regionale.

Zona	STAZIONE	Comune	Tipo	Zona +Tipo	Inquinanti misurati					
					PM ₁₀	PM _{2.5}	NO _x	CO	BTX	O ₃
	Sogliano	<i>Sogliano al Rubicone</i>		FRu	X		X			
	Savignano	<i>Savignano sul Rubicone</i>		FSubU	X	X	X			X
	Franchini-Angeloni	<i>Cesena</i>		FU	X		X			
	Parco Resistenza	<i>Forlì</i>		FU	X	X	X			X
	Roma	<i>Forlì</i>		FU	X		X		X	

 Stazione di Fondo Urbano
  Stazione di Fondo Suburbano
  Stazione di Fondo Rurale
  Traffico
  Fondo
  Industriale

Fru	Fondo Rurale
FsubU	Fondo Sub Urbano
FU	Fondo Urbano
TU	Traffico Urbano
Ind-U	Industriale Urbano
Ind	Industriale

Figura 5 – Stazioni della rete regionale nella provincia di Forlì-Cesena.

La stazione più prossima all'area in esame è quella di fondo urbano di Resistenza, che monitora le polveri PM₁₀, PM_{2.5} e NO_x.

Per la stazione di Parco Resistenza (fondo urbano) sono presenti i dati relativi al PM₁₀, e per quanto riguarda la media annuale si hanno 21 µg/m³.

Si evince quindi il pieno rispetto del limite annuale di 40 µg/m³ previsto dal D.Lgs 105/10.

Per quanto concerne i giorni di superamento della concentrazione massima giornaliera (media giornaliera di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte in un anno), analizzando i dati della stazione di Parco Resistenza si rilevano 7 giorni di superamento.

Per i dati relativi al PM_{2.5}, si ha una media annuale registrata di 13 µg/m³ e si evince quindi il pieno rispetto del limite normativo di 25 µg/m³.

3.3 MODELLISTICA REGIONALE

Il sistema di valutazione di qualità dell'aria a scala regionale si completa con un sistema di post processamento statistico (PESCO - Postprocessing and Evaluation with Statistical techniques of Chimere Output) dei dati osservati dalle stazioni di misura integrato alla catena operativa modellistica di qualità dell'aria NINFA.

Tale sistema permette di ricostruire le mappe regionali di concentrazione al suolo dei principali inquinanti: ozono (O_3), materiale particolato (PM_{10} , $PM_{2.5}$), biossido di azoto (NO_2). Le tecniche adottate sono tecniche geostatistiche di tipo kriging a deriva esterna in cui si utilizza il campo di analisi prodotto dal modello fotochimico come guida per la spazializzazione del dato. Le mappe regionali vengono prodotte quotidianamente su una griglia di risoluzione 1 km x 1 km, sono rappresentative delle sole concentrazioni di fondo e non intendono rappresentare i picchi di concentrazione nei pressi di sorgenti emissive localizzate.

Di seguito si riportano le mappe ultime disponibili per il PM_{10} e per il $PM_{2.5}$ relativamente all'anno 2023.

La provincia di Forlì-Cesena ricade, come di evince da Figura 6, parzialmente nella distribuzione delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} con valori che variano da $> 20 \mu g/m^3$ e $\leq 30 \mu g/m^3$ e parzialmente nelle concentrazioni medie con valori che variano da $> 10 \mu g/m^3$ e $\leq 20 \mu g/m^3$. Mentre per quanto riguarda la distribuzione dei giorni di superamento della concentrazione giornaliera di PM_{10} , la provincia di Forlì-Cesena ricade quasi totalmente nell'intervallo ≤ 10 giorni.

PM10 di fondo
media annua
anno 2023

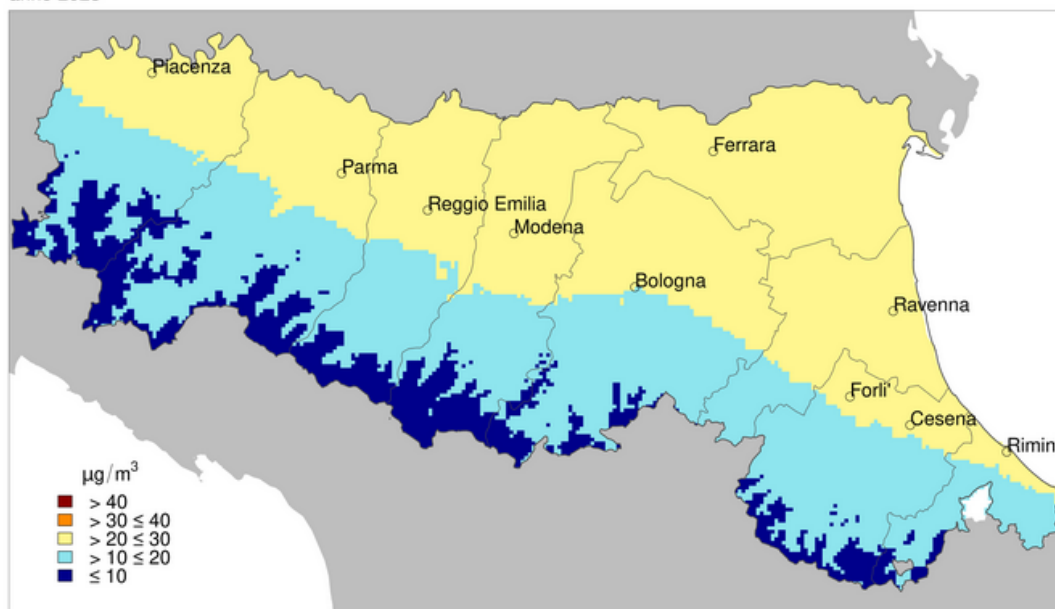


Figura 6 – Distribuzione delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} per l'anno 2023.

PM10 di fondo

numero di giorni in cui la media giornaliera supera i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
anno 2023

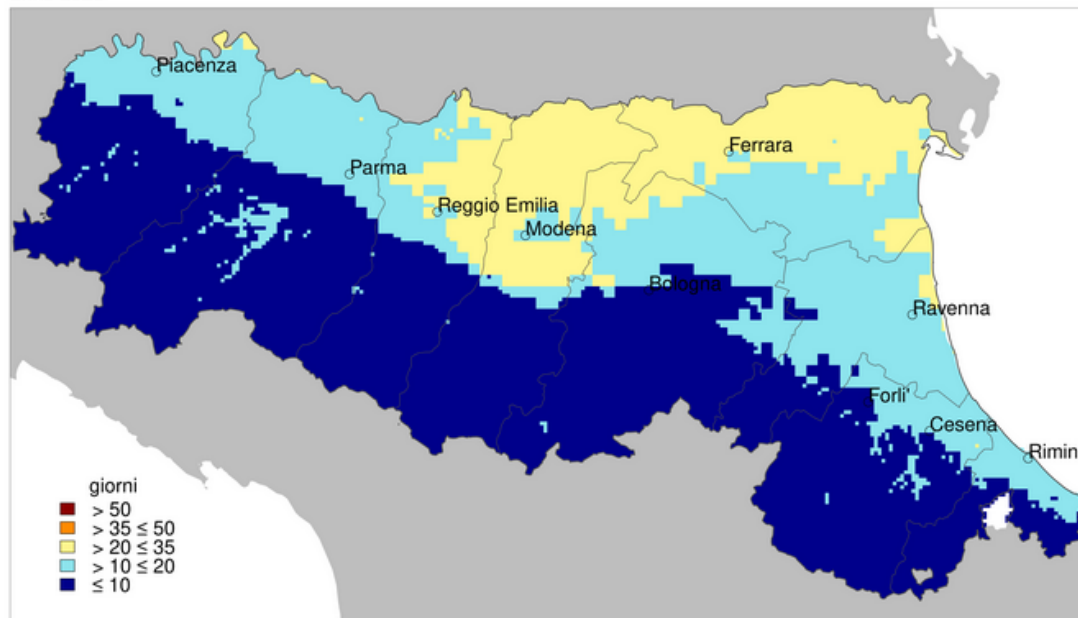


Figura 7 – Distribuzione del numero di giorni di superamento della concentrazione giornaliera di PM_{10} per l'anno 2023.

4. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Di seguito vengono descritti gli interventi principali individuati come potenzialmente più impattanti in termini di emissione di polveri in fase di cantiere.

Come parametro inquinante associato alle attività di cantiere si considera quello ritenuto più rappresentativo, ovvero le polveri, intese come PM₁₀.

4.1 Attraversamento di via Maestrina "Drizzagno"

L'attraversamento di via Maestrina risulta attualmente in sofferenza idraulica, in quanto di sezione insufficiente al transito di portate non ordinarie e caratterizzato da un andamento planimetrico fortemente irregolare; in particolare si evidenzia come allo stato attuale il canale di sezione naturale viene repentinamente deviato con due curve di ca. 90° a monte dell'attraversamento e quindi restituito all'alveo naturale a valle della via Maestrina, superati due modesti salti di fondo in corrispondenza del ponte ad arco esistente.

Il comportamento idraulico dell'attraversamento in condizioni di piene anche ordinarie, è caratterizzato da significativi sormonti idrici, con conseguenti allagamenti nelle aree e negli abitati circostanti, dovuti proprio alle condizioni idrodinamiche che si instaurano in questo tratto di canale al passaggio delle onde di piena.

L'intervento in progetto prevede pertanto la regolarizzazione plano-altimetrica di questo tratto, bypassando l'attuale attraversamento tramite la posa di un manufatto scatolare per l'attraversamento della via Maestrina.

La sezione dello scatolare prevede dimensioni interne H = 2.50 m, B = 6.00 m.

L'attuale canale verrà parzialmente demolito nel tratto interessato dal nuovo manufatto, mentre un'altra parte sarà riempita fino a raggiungere il livello del piano campagna.

La restante sezione, compresa tra il ponticello di accesso privato alla proprietà a sud del canale e il ponte ad arco, resterà invece a cielo aperto.

Per prevenire il ristagno dell'acqua, è prevista l'installazione di un tubo che convoglierà le acque raccolte nel tratto dismesso, scaricandole nel nuovo canale in corrispondenza della sua immissione in quello esistente.

La durata complessiva della fase è di 110 giorni, così suddivisi in base al cronoprogramma lavori:

- Fase 1: Opere di protezione e deviazione e Demolizioni e movimenti terra – 20 giorni
- Fase 2: Opere d'arte – 80 giorni
- Fase 3: Finiture (pavim., segnal e viab.) – 10 giorni

I mezzi impiegati sono i seguenti:

- Fase 1: autocarro, escavatore, dumper, ruspa, rullo

- Fase 2: autocarro, autobetoniera, autopompa, gru
- Fase 3: autocarro, vibrofinitrice, miniescavatore

Pertanto, per quanto riguarda le emissioni di polveri associate a questa fase di cantiere si segnalano:

- Fase 1: Emissioni gas di scarico, movimenti terra
- Fase 2: Emissioni gas di scarico
- Fase 3: Emissioni gas di scarico

In relazione a quanto sopra la fase potenzialmente più critica in termini di emissioni di polveri si ritiene la Fase 1, che pertanto verrà valutata nel dettaglio al paragrafo 6.3. Per quanto concerne i movimenti terra, si specifica che è previsto lo scavo di ca. 495 mc, riutilizzati per il riempimento laterale del drizzagno.

Si specifica che non sono previsti transiti di mezzi pesanti su piste non asfaltate.

4.2 Cassa di espansione

Al fine di laminare le piene del canale a salvaguardia dell'abitato di Selbagnone si prevede la realizzazione di una cassa di espansione in destra idraulica posta a monte dell'attraversamento di via Ausa Vecchia.

L'area interessata dalla cassa è circa 12.70 ha; il volume invasato alla quota di sfioro è pari a 207'000 mc, quello invece alla quota di massimo sfioro è 379'000 mc.

Le opere da realizzare consistono quindi in:

- Opera di presa costituita da una soglia sfiorante automatica con profilo Creager Scimemi;
- nr. 2 modeste opere di scarico, per la restituzione del volume invasato e lo svuotamento della cassa, rispettivamente verso il canale Ausa Nuova e il canale Ausetta;
- arginature perimetrali che definiscono il volume della cassa e che si raccordano con le arginature esistenti in destra idraulica nel tratto di canale parallelo alla nuova cassa.

Per quanto concerne i mezzi pesanti interessati alla movimentazione del terreno (escavato e per la formazione dei rilevati arginali) all'interno dell'area della cassa, si riportano di seguito le stime effettuate:

lavorazioni			quantità		destinazione	
scavo di sbancamento (terreno agricolo)			56.294,00	mc	tutti recuperati per costruire gli argini	

Vu=15 mc/autocarro	
15	Distanza percorso
Autocarro 4 assi da cava	
	[km]
3.753	0,10

La durata complessiva della fase è di 242 giorni, così suddivisi:

- Fase 1: Demolizioni e scavi – 30 giorni
- Fase 2: Rilevati arginature – 182 giorni

- Fase 3: Finiture (scarpate in terreno vegetale) – 30 giorni

I mezzi impiegati sono i seguenti:

- Fase 1: autocarro, escavatore, ruspa
- Fase 2: autocarro, escavatore, rullo vibrante
- Fase 3: autocarro, ruspa, escavatore, rullo vibrante

Pertanto, per quanto riguarda le emissioni di polveri associate a questa fase di cantiere si segnalano:

- Fase 1: Scavo, transito mezzi pesanti su piste cantiere, emissioni da gas di scarico, movimenti terra
- Fase 2: Emissioni da gas di scarico, movimenti terra
- Fase 3: Emissioni da gas di scarico, movimenti terra

In relazione a quanto sopra la fase potenzialmente più critica in termini di emissioni di polveri si ritiene la Fase 1, principalmente per la presenza del transito di mezzi pesanti su piste di cantiere non asfaltate, e pertanto verrà valutata nel dettaglio al paragrafo 6.3.

5. RICETTORI

Per la scelta dell'ubicazione di tali ricettori si è fatto riferimento in primis al contesto insediativo indagato

Le coordinate sono espresse in UTM fuso 33 – WGS84.

Codice	UTM WGS84 – Fuso 33		Descrizione
	Coord. X	Coord. Y	
R01	270080	4895081	Edificio residenziale
R02	269721	4895090	Edificio residenziale
R03	269646	4895069	Edificio residenziale
R04	269644	4894991	Edificio residenziale
R05	269721	4894744	Edificio residenziale
R06	269837	4894719	Abitazione annessa ad allevamento
R07	269894	4894669	Edificio residenziale
R08	270273	4894735	Edificio residenziale
R09	269791	4893831	Edificio residenziale
R10	269738	4893821	Edificio residenziale
R11	269701	4893816	Edificio residenziale

Tabella 1 – Ricettori discreti

Si riporta di seguito in tabella la distanza del ricettore più esposto ad ogni intervento considerato ai fini delle presenti stime, valutata rispetto al baricentro dell'area di cantierizzazione (evidenziata con un cerchio rosso nelle immagini seguenti)

FASE CANTIERIZZAZIONE	RICETTORE più esposto	DISTANZA media da area intervento
-----------------------	-----------------------	-----------------------------------

	(codifica)	(metri)
Attraversamento via Maestrina "Drizzagno"	R10	ca. 30 m
Cassa di espansione	R01	ca. 200 m

Di seguito si riporta l'ubicazione dei ricettori su base Google Earth.

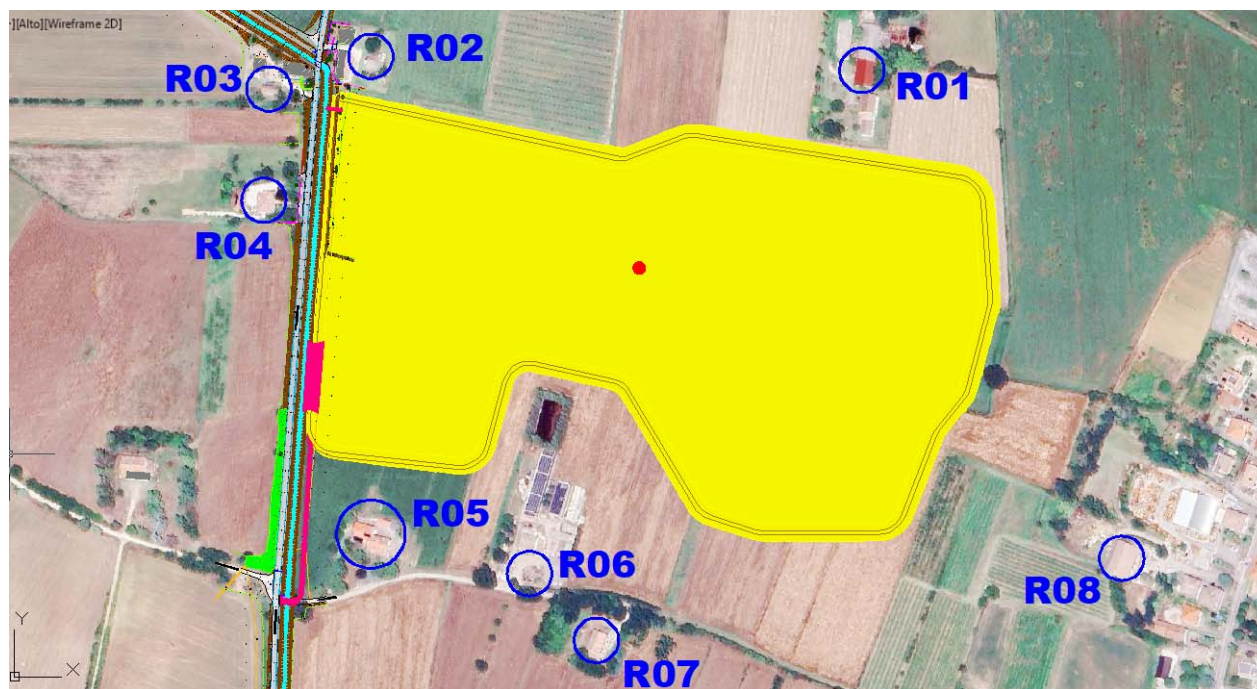


Figura 8 – Immagini su base Google Earth dei ricettori più esposti all'intervento "Cassa di espansione"

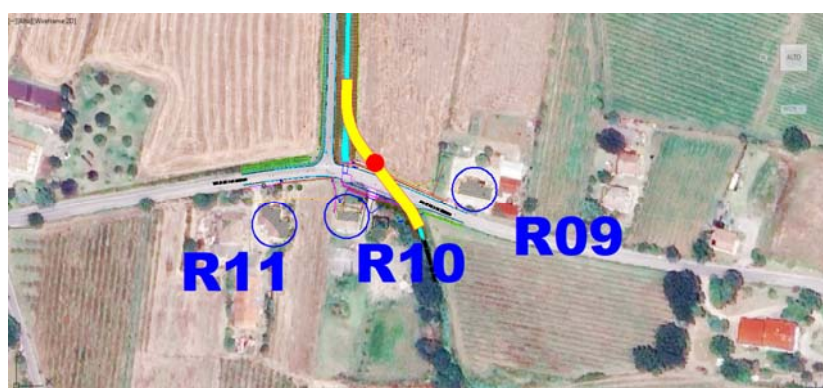


Figura 9 – Immagini su base Google Earth dei ricettori più esposti all'intervento "Drizzagno"

6. VALUTAZIONE DELLA DISPERSIONE DI POLVERI

6.1 PREMESSA METODOLOGICA

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione degli eventuali interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti"* redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors). Le sorgenti di polvere diffuse sono legate a differenti operazioni che vengono poi associate al Codice SCC (Source Classification Codes - codice identificativo delle attività considerate come sorgenti delle emissioni dell'AP-42 dell'USEPA).

Le linee guida ARPAT sono presentate delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali pulverulenti può essere ragionevolmente considerata ad impatto non significativo sull'ambiente. Tale conclusione deriva dall'analisi effettuata tramite l'applicazione di modelli di dispersione, i cui risultati indicano che al di sotto dei valori individuati non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM₁₀ dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Per quanto concerne le emissioni associate ai gas di scarico dei mezzi d'opera si è fatto esplicito riferimento al documento EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2019.

Non è stato valutato il contributo indotto dal transito dei mezzi pesanti sulla viabilità ordinaria in quanto ritenuto non significativo in relazione al numero di transiti previsto che mediamente si aggira attorno a ca. 1 mezzo al giorno su base annuale considerando tutte le attività previste (trasporto in discarica, trasporto calcestruzzi, pietrame, scatolari, muri prefabbricati, palancole, pali in legno) ed al massimo in ca. 1 mezzo all'ora nel periodo più critico.

6.2 FATTORI DI EMISSIONE

6.2.1 Scavo

Per tale operazione si fa riferimento, in quanto ritenuta rappresentativa, al SCC 3-05-010-45 la formula proposta dal metodo (*AP-42 Bulldozing Overburden*) indicato dalla Linea Guida ARPAT e di seguito riportato.

Il coefficiente "s" rappresenta il silt content (media geometrica dei valori come da tabella 11.9-3 di AP-42), mentre il coefficiente "M" rappresenta il contenuto di umidità.

Per il PM₁₀ si considera il fattore proposto pari a 0,75 come da tabella seguente; per il contenuto di umidità del terreno invece si è deciso di prendere in considerazione un valore dell'ordine del 15%, poiché il terreno del sito di progetto risulta molto umido, avendo la falda acquifera rilevabile prossima al piano campagna.

Table 11.9-2 (Metric Units). EMISSION FACTOR EQUATIONS FOR UNCONTROLLED OPEN DUST SOURCES
AT WESTERN SURFACE COAL MINES^a

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

Tabella 2 – Emission factor equations for uncontrolled open dust sources at western surface coal mines (Fonte: table 11.9-2 AP-42)

Source	Correction Factor	Number Of Test Samples	Range	Geometric Mean	Units
Blasting	Area blasted	17	100 - 6,800	1,590	m ²
	Area blasted	17	1100 - 73,000	17,000	ft ²
Coal loading	Moisture	7	6.6 - 38	17.8	%
Bulldozers					
	Moisture	3	4.0 - 22.0	10.4	%
Coal	Silt	3	6.0 - 11.3	8.6	%
	Moisture	8	2.2 - 16.8	7.9	%
Overburden	Silt	8	3.8 - 15.1	6.9	%
	Drop distance	19	1.5 - 30	8.6	m
Dragline	Drop distance	19	5 - 100	28.1	ft
	Moisture	7	0.2 - 16.3	3.2	%
Scraper	Silt	10	7.2 - 25.2	16.4	%
	Weight	15	33 - 64	48.8	Mg
Grader	Weight	15	36 - 70	53.8	ton
	Speed	7	8.0 - 19.0	11.4	kph
Haul truck	Speed		5.0 - 11.8	7.1	mph
	Silt content	61	1.2 - 19.2	4.3	%
	Moisture	60	0.3 - 20.1	2.4	%
	Weight	61	20.9 - 260	110	mg
	Weight	61	23.0 - 290	120	ton

^a Reference 1,6.

Tabella 3 – Typical values for correction factors applicable to the predicted emission factor equation (Fonte: table 11.9-3 AP-42)

6.2.2 Transito mezzi su piste non asfaltate

Per tale attività si fa riferimento al documento 13.2.2 “Unpaved Roads” dell'AP42, ed in particolare all'equazione 1a) valida per siti industriali, di seguito riportata:

$$E = k (s/12)^a (W/3)^b$$

dove:

- E = fattore di emissione (lb/VMT)
- s = contenuto di limo nel materiale della superficie (%)
- W = peso medio dei veicoli (tonnellate)
- K = costante, pari a 1.5 per il PM₁₀
- a, b = costanti, pari rispettivamente 0.9 e 0.45 per il PM₁₀.

Per il passaggio dal fattore di emissione E espresso in lb/VMT in g/km si considera il coefficiente 281,9.

Il fattore k di cui sopra viene desunto dalla tabella seguente assieme ai parametri a e b.

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 4 – Constants for equations (Fonte: table 13.2.2-2 AP-42)

In riferimento al contenuto di limo, dato che la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise¹, si fa riferimento ai valori medi proposti dall'EPA e di seguito riportati.

¹ Si ricorda che l'AP-42 in Appendice C.1 e C.2 propone un metodo per il calcolo del contenuto di "silt" - limo; in tale metodo, basato sulla metodologia ASTM (American Society for Testing and Materials), si ricorre all'utilizzo di un vaglio di 200 mesh.

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
	Material storage area	1	1	-	7.1
Stone quarrying and processing	Plant road	2	10	2.4 - 16	10
	Haul road to/from pit	4	20	5.0-15	8.3
Taconite mining and processing	Service road	1	8	2.4 - 7.1	4.3
	Haul road to/from pit	1	12	3.9 - 9.7	5.8
Western surface coal mining	Haul road to/from pit	3	21	2.8 - 18	8.4
	Plant road	2	2	4.9 - 5.3	5.1
	Scraper route	3	10	7.2 - 25	17
	Haul road (freshly graded)	2	5	18 - 29	24
Construction sites	Scraper routes	7	20	0.56-23	8.5
Lumber sawmills	Log yards	2	2	4.8-12	8.4
Municipal solid waste landfills	Disposal routes	4	20	2.2 - 21	6.4

*References 1,5-15.

Tabella 5 – Typical silt content value of surface material on industrial unpaved roads
(Fonte: table 13.2.2-1 AP-42)

Per il calcolo dell'emissione finale è necessario determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/h), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno ed il numero di ore lavorative al giorno:

$$E_i (kg / h) = EF_i \cdot kmh$$

Il "sistema di controllo o abbattimento" delle polveri in base alla restrizione del limite di velocità dei mezzi, misura consigliata all'interno dell'AP-42 e del WRAP Fugitive Dust Handbook, permette di ottenere, per una riduzione della velocità al di sotto di 25 mph (pari a 40 kmh), un controllo di efficienza per il PM10 dell'ordine del 44%.

Inoltre le Linee Guida prevedono dei sistemi di abbattimento delle emissioni polverulente indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate, tramite bagnatura delle superfici ad intervalli periodici e regolari. La formula proposta per la stima dell'efficienza di abbattimento di un determinato bagnamento è la seguente:

$$C = 100 - (0,8 \times P \times trh \times \tau) / I$$

dove:

- C = efficienza di abbattimento (%);
- P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera pari a 0,34 mm/h;

- T_{rh} = traffico medio orario (mezzi/h);
- I = quantità media del trattamento applicato (l/m^2);
- t = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h).

L'efficienza media della bagnatura deve essere superiore al 50% e, come è evidente dalla formula sopra riportata, per raggiungere l'efficienza impostata si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni sia sulla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione giornaliera.

Riguardo quest'ultimo, considerando la difficoltà a reperire dati reali², si assume come riferimento il valore medio annuale del caso-studio riportato nel rapporto EPA (1998a) $P = 0,34$ mm h.

6.2.3 Movimentazione materiale scavato

Per tali attività, si considera il fattore di emissione riportato al paragrafo 13.2.4 dell'AP42 "Aggregate Handling and Storage Piles" di seguito riportato per il PM_{10} :

$$EF_i (kg/Mg) = k_i (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

dove:

- K_i = fattore dimensionale per il PM_{10} , pari a 0.35
- u = velocità media del vento
- M = contenuto % di umidità

Ranges Of Source Conditions For Equation 1			
Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind Speed	
		m/s	mph
0.44 - 19	0.25 - 4.8	0.6 - 6.7	1.3 - 15

Così come previsto al par. 13.2.4.3 del documento citato, le emissioni totali di polvere derivano da diverse attività di origine distinte, quali ad esempio:

- caricamento su cumuli di stoccaggio
- traffico di attrezzature nell'area di stoccaggio.

² Ritchie ("Modeling Soil Water Redistribution during Second-Stage Evaporation", Soil Science Society of America Journal 67:377-386 (2003), A. A. Suleiman, a and J. T. Ritchie) riporta 0.3-0.8 mm/h per terreni tra sabbiosi ed argillosi.

- erosione eolica delle superfici
- carico dell'aggregato

Lo scarico o carico del camion sul cumulo sono ricompresi in tali operazioni.

Tale fattore di emissione si considera rappresentativo sia delle attività di riprofilatura nell'argine.

6.2.4 Erosione vento dai cumuli del materiale scavato

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto, è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo in tal modo ad un'emissione di polvere.

Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto potenziale di erosione.

Poiché è stato riscontrato che il potenziale di erosione aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità. In ogni caso qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

Il documento di riferimento è rappresentato dal capitolo 13.2.5 del volume AP-42 dell'EPA.

Una volta stoccato il materiale scavato, l'erosione del vento può determinare il risollevamento e la dispersione della frazione più fine.

Le indagini effettuate in sito dall'EPA sono riferite ad accumuli di vari materiali, sottoposti ad intensità del vento superiori a 5 m/s o a 10 m/s, ed hanno evidenziato come sia molto limitata la quantità di materiale erodibile sotto l'azione del vento, in quanto sulla superficie del cumulo tende a creare progressivamente una crosta naturale che riduce drasticamente il potenziale erosivo del vento.

Per la stima delle emissioni di polveri è necessario pertanto considerare le massime intensità del vento, la frequenza delle movimentazioni del materiale stoccato, che di fatto ripristina il potenziale erosivo del cumulo stesso.

Il fattore di emissione è esprimibile dalla seguente relazione (in g/m²), dove k = dimensione del particolato, N = numero disturbi per anno e P_i = potenziale di erosione corrispondente alla velocità massima del vento tra due disturbi

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

Dimensione delle particelle	< 30 µm (utilizzato per PTS)	< 15 µm	< 10 µm	< 2,5 µm
Fattore K	1	0,6	0,5	0,2

La funzione che esprime il potenziale erosivo della superficie è espressa dalla seguente formula:

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

U* = velocità di attrito (m/s)

U_t = velocità di attrito limite (m/s)

Nel caso in cui $u^* \leq u_t$ il potenziale erosivo è nullo $P = 0$.

Considerando la situazione in esame ed utilizzando la tabella EPA (Table 13.2.5-2), si considera cautelativamente $u_t = 1,02 \text{ m/s}$ (overburden).

La velocità di attrito $u^* = 0.053 u_{10}$ (considerando u_{10} pari cautelativamente al massimo orario assoluto delle velocità orarie calcolato su base dati meteo di cui al par 2) cautelativamente su tutte le ore, è risultato pari a $12,3 \text{ m/s}$), risulta pari a $u^* = 0,6519$.

La stima effettuata non ha evidenziato alcun evento in grado di generare emissioni per erosione, in quanto la velocità di attrito u^ risulta sempre inferiore alla velocità di attrito limite, e pertanto il potenziale erosivo P è nullo come sopra riportato.*

6.2.5 Gas di scarico mezzi d'opera

Per la stima delle emissioni associate al funzionamento dei mezzi operativi si è fatto riferimento alla pubblicazione EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2023, ed in particolare al paragrafo 1.A.4 Non road mobile machinery 2023.

Per le stime è stata utilizzata la metodologia più dettagliata (Tier 3), che utilizza le ore di funzionamento come i principali dati di attività e si basa principalmente sul metodo US-EPA per stima delle emissioni off-road (US-EPA 1991). Il metodo Tier 3 qui presentato è stato aggiornato e include informazioni dettagliate sul consumo di carburante e sulle emissioni tratte, in larga misura, dal Modello tedesco TREMOD NRMM.

L'algoritmo base per la stima delle emissioni è il seguente:

$$E = N \times \text{HRS} \times P \times (1 + \text{DFA}) \times \text{LFA} \times \text{EF}_{\text{Base}}$$

Di seguito sono descritti i fattori della formula.

E	=	mass of emissions of pollutant i during inventory period,
N	=	number of engines (units),
HRS	=	annual hours of use,
P	=	engine size (kW),
DFA	=	deterioration factor adjustment,
LFA	=	load factor adjustment,
EF_{Base}	=	Base emission factor (g/kWh).

Per quanto concerne il fattore "Load Factor" la metodologia utilizzata propone di applicare i fattori di peso ("weighting factors") indicati dalla ISO DP 8178 sulla base di test effettuati su vari tipi di veicoli. Di seguito sono elencati i tipi di mezzi ricompresi nella categoria di interesse (Ca), di cui alla ISO DP 8178. I mezzi in questione appartengono alla categoria C1 e pertanto si è scelto conservativamente di utilizzare un valore di LF pari a 0,15.

Cycle C

Off-road vehicles and industrial equipment

C1: diesel-powered off-road industrial equipment
Examples: industrial drilling rigs, compressors, etc.; construction equipment including wheel loaders, bulldozers, crawler tractors, crawler loaders, truck-type loaders, off-highway trucks, etc.; agricultural equipment, rotary tillers; forestry equipment; self-propelled agricultural vehicles; material handling equipment; fork lift trucks; hydraulic excavators; road maintenance equipment (motor graders, road rollers, asphalt finishers); snow plough equipment; airport supporting equipment; aerial lifts

Tabella 6 – Test cycles of ISO DP 8178 for industrial engine applications with typical examples (Fonte: table 3-18 document 1.A.4 non-Road mobile machinery 2023)

B-type mode number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Torque	100	75	50	25	10	100	75	50	25	10	0
Speed	rated speed					intermediate speed					low idle
Off-road vehicles											
Type C1	0.15	0.15	0.15		0.1	0.1	0.1	0.1			0.15
Type C2				0.06		0.02	0.05	0.32	0.30	0.10	0.15
Constant speed											
Type D1	0.3	0.5	0.2								
Type D2	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1						

Tabella 7 – Test points and weighting factors of ISO DP 8178 test cycles (Fonte: table 3-16 document 1.A.4 Non-Road mobile machinery 2019)

Come dato rappresentativo per il fattore DFA si può considerare quello riportato di seguito in tabella.

Table 3-11 Deterioration factors for diesel machinery relative to average engine life time

Emission Level	NO _x	VOC	CO	TSP
Before Stage I	0.024	0.047	0.185	0.473
Stage I	0.024	0.036	0.101	0.473
Stage II	0.009	0.034	0.101	0.473
Stage IIIA, IIIB, IV, V	0.008	0.027	0.151	0.473

Engine Power (kW)	Technology Level	NO _x	VOC	CH ₄	CO	N ₂ O	NH ₃	PM	PM ₁₀	PM _{2.5}	BC	FC
56<=P<75	1981-1990	8.60	2.00	0.048	5.30	0.035	0.002	1.200	1.200	1.200	0.660	275
56<=P<75	1991-Stage I	11.50	1.50	0.036	4.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.440	260
56<=P<75	Stage I	7.70	0.60	0.014	2.20	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.320	260
56<=P<75	Stage II	5.50	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIA	3.81	0.40	0.010	2.20	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	260
56<=P<75	Stage IIIB	2.97	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage IV	0.40	0.28	0.007	2.20	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	260
56<=P<75	Stage V	0.40	0.13	0.003	2.20	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	260
75<=P<130	<1981	10.50	2.00	0.048	5.00	0.035	0.002	1.400	1.400	1.400	0.770	280
75<=P<130	1981-1990	11.80	1.60	0.038	4.30	0.035	0.002	1.000	1.000	1.000	0.550	268
75<=P<130	1991-Stage I	13.30	1.20	0.029	3.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.220	255
75<=P<130	Stage I	8.10	0.40	0.010	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.160	255
75<=P<130	Stage IIIB	2.97	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.020	255
75<=P<130	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	255
130<=P<560	<1981	17.80	1.50	0.036	2.50	0.035	0.002	0.900	0.900	0.900	0.450	270
130<=P<560	1981-1990	12.40	1.00	0.024	2.50	0.035	0.002	0.800	0.800	0.800	0.400	260
130<=P<560	1991-Stage I	11.20	0.50	0.012	2.50	0.035	0.002	0.400	0.400	0.400	0.200	250
130<=P<560	Stage I	7.60	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.200	0.200	0.200	0.140	250
130<=P<560	Stage II	5.20	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIA	3.24	0.30	0.007	1.50	0.035	0.002	0.100	0.100	0.100	0.070	250
130<=P<560	Stage IIIB	1.80	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage IV	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.025	0.025	0.025	0.018	250
130<=P<560	Stage V	0.40	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.015	0.015	0.015	0.002	250
P>560	Stage V	3.50	0.13	0.003	1.50	0.035	0.002	0.045	0.045	0.045	0.002	250

Tabella 8 – Baseline emission factors and fuel consumption (FC) for diesel NRMM
(g/kWh) (Fonte: table 3-6 document 1.A.4 non road mobile machinery 2019).

6.3 INTERVENTI MITIGATIVI

Si segnalano i seguenti interventi di mitigazione finalizzati alla riduzione delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere e dalle emissioni dei gas di scarico dei mezzi d'opera:

- adozione di accorgimenti quali l'umidificazione delle piste sterrate, ove ritenuto necessario;
- riduzione della velocità dei mezzi al massimo a 30 km/h;
- copertura con teloni dei camion che trasportano materiali polverulento sulla viabilità ordinaria;
- impiego di mezzi a basse emissioni;
- minimizzazione delle altezze di caduta del materiale in stoccaggio nei cumuli;
- interruzione delle lavorazioni di escavazione/movimentazione di materiali polverulenti nelle giornate di intensa ventosità (ad esempio, velocità del vento pari o maggiore a 10 m/s) e con direzione verso i ricettori più esposti;
- predisposizione, ove risultasse necessario, di reti antipolvere di colore verde e di opportuna altezza, in corrispondenza del perimetro del cantiere lato ricettori.

6.4 BILANCIO EMISSIVO

6.4.1 Attraversamento via Maestrina "Drizzagno"

Come descritto al par. 4.1 la sottofase potenzialmente più critica in termini di emissione di polveri è rappresentata dalla Fase 1.

Di seguito si riporta una descrizione delle principali sorgenti emissive, il relativo contributo e il computo emissivo complessivo espresso in g/h.

Attività	Dati di base	Rif. paragrafo	Emissione PM ₁₀ [g/h]
Scavo	M (contenuto umidità) = 15,0 S (contenuto silt) = 6,9 Fattore PM10 = 0,75	6.2.1	138,0
Emissioni gas di scarico dei mezzi	N (numero veicoli) = 4 HRS (ore utilizzo) = 1 P (potenza veicolo kW) = considerata pari a 170 kW per escavatore/dumper/rullo/ruspa ed a 300 kW per il camion	6.2.5	5,4
Movimentazione materiale scavato	Ki = 0.35 V (velocità media vento) = 2,25 M (contenuto umidità) = 15,0 Ton materiale = 2,9 ⁽¹⁾	6.2.3	0,1

⁽¹⁾ desunto dal quantitativo di terreno escavato (495 mc) e dalla densità del terreno, ipotizzata pari a 1400 kg/mc

Pertanto, l'emissione totale associate a tale fase risulta pari a **143,6 g/h di PM₁₀**.

6.4.2 Cassa di espansione

Come descritto al par.4.2, la sottofase potenzialmente più critica in termini di emissione di polveri è rappresentata dalla Fase 1.

Di seguito si riporta una descrizione delle principali sorgenti emissive, il relativo contributo e il computo emissivo complessivo espresso in g/h.

Attività	Dati di base	Rif. paragrafo	Emissione PM ₁₀ [g/h]
Scavo	M (contenuto umidità) = 15,0 S (contenuto silt) = 6,9 Fattore PM10 = 0,75	6.2.1	138,0
Transito mezzi su piste non asfaltate	S (contenuto limo) = 6,9 W (peso veicoli) = 20,5 Lunghezza percorso in km = 0,2 (a/r) N° veicoli/h 15,6 (a) ore lavorate al giorno = 8	6.2.2	883,1

	Interventi mitigativi: riduzione velocità < 40 km/h e precipitazioni		
Emissioni gas di scarico dei mezzi	N (numero veicoli) = 8 HRS (ore utilizzo) = 1 P (potenza veicolo kW) = considerata pari a 170 kW per escavatore (n.3) e ruspa (n.2) ed a 300 kW per i camion (n.3)	6.2.5	9,7
Movimentazione materiale scavato	Ki = 0.35 V (velocità media vento) = 2,25 M (contenuto umidità) = 15,0 Ton materiale = 328,4 ⁽¹⁾	6.2.3	11,3

⁽¹⁾ desunto dal quantitativo di terreno escavato (56294 mc) e dalla densità del terreno, ipotizzata pari a 1400 kg/mc

Pertanto, l'emissione totale associate a tale fase risulta pari a **1042,1 g/h** di **PM₁₀**.

6.4.3 Valutazione

Per la valutazione della significatività degli impatti si è fatto riferimento all'Allegato 1 della DGP.213-09 della Provincia di Firenze "*Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti*" redatte da ARPAT e adottate dalla provincia di Firenze con Deliberazione della Giunta Provinciale di Firenze 3/11/2009, n. 213³.

Nello specifico, si fa riferimento al p.to 2 che individua i valori di soglia di accettabilità delle emissioni per il PM₁₀.

In relazione al numero di giorni di attività previsti per ogni fase considerata ed alla distanza dal ricettore più esposto, si determinano le seguenti soglie emissive.

I metodi di stima del particolato indicati nelle Linee Guida sopra citate sono relativi ai modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factor).

All'interno delle Linee Guida vengono individuati delle soglie di accettabilità per il particolato (PM₁₀) in funzione dei seguenti parametri:

- durata dell'attività di cantiere
- distanza dei ricettori dalle sorgenti emissive

³ ARPAT, «Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti,» [Online]. Available: <http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-pubblicazioni-arpat/linee-guida-per-intervenire-sulle-attivita-che-producono-polveri>.

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	>300	300 ÷ 250	250 ÷ 200	200 ÷ 150	150 ÷ 100	<100
0 ÷ 50	145	152	158	167	180	208
50 ÷ 100	312	321	347	378	449	628
100 ÷ 150	608	663	720	836	1038	1492
>150	830	908	986	1145	1422	2044

Tabella 9 - Soglie di accettabilità (g/h) al variare della distanza tra sorgente e ricettore e al variare del numero di giorni di emissione.

Pertanto, nel caso in cui il rateo emissivo orario totale che viene calcolato sulla base delle attività previste in fase di cantiere risulti superiore ai valori soglia di accettabilità l'impatto potenziale sulla qualità dell'aria è da ritenere non sostenibile, in quanto determinerebbe un superamento dei limiti di qualità dell'aria per il PM10 in termini di concentrazioni al suolo presso i ricettori sensibili.

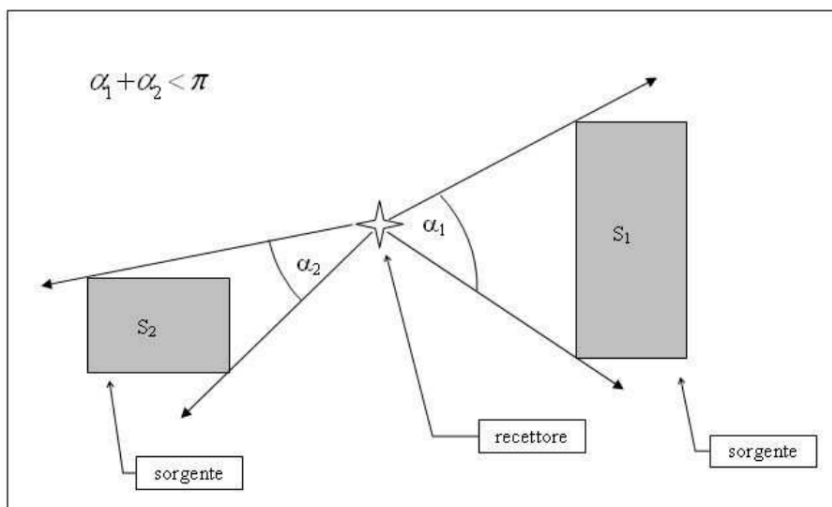
Le LL.G. ARPAT definiscono anche una seconda soglia (soglia di attenzione), inferiore alla soglia di accettabilità ed in particolare pari alla sua metà, al superamento della quale l'impatto è da ritenere sostenibile; tuttavia, viene altresì specificato che in tale circostanze è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Di seguito sono invece riportate le **soglie di attenzione**, che individuano una situazione di piena compatibilità.

Intervallo di distanza (m)	Giorni di emissione all'anno					
	> 300	300 – 250	250 - 200	200 – 150	150 - 100	< 100
0 – 50	73	76	79	83	90	104
50 – 100	156	160	174	189	225	364
100 – 150	304	331	360	418	519	746
> 150	415	453	493	572	711	1022

Tabella 10 - Soglie di attenzione al variare della distanza tra sorgente e ricettore al variare del numero di giorni di emissione.

Come suggerito dalle Linee Guida, per poter utilizzare i risultati delle simulazioni effettuate e le relative soglie in un caso come questo, occorre verificare che l'angolo complessivo sotto cui le sorgenti sono "viste" dal recettore non risulti superiore a 180° (ovvero π).



Esaminata con esito positivo la condizione sopra esposta per entrambi i ricettori considerati, affinché nel complesso siano rispettate le soglie di emissione, si è proceduto a verificare, come suggerito al capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida, che per ogni recettore sia:

$$\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_{Ti}} < 1$$

dove:

- E_i , rappresenta l'emissione media oraria della i -esima sorgente S_i , posta alla distanza di da un dato recettore; E_{Ti} rappresenta la soglia emissiva per S_i per il determinato recettore in esame;
- n rappresenta il numero delle sorgenti emissive

Pertanto, considerando la somma di tutti i contributi emissivi stimati ai paragrafi precedenti per ogni fase si ottiene quanto segue.

Descrizione	Emissione stimata PM_{10}	Soglia di attenzione	Soglia di accettabilità
Attraversamento via Maestrina "Drizzagno"	143,6	104	208
Cassa di espansione	1042,1	1022	2044

Le stime sopra riportate evidenziano quanto segue:

- Attraversamento via Maestrina "Drizzagno": il contributo emissivo stimato risulta superiore alla soglia di attenzione ma inferiore alla soglia di accettabilità. Considerando la limitata durata nel tempo dell'attività di cantiere (20 giorni), la caratteristica di piena reversibilità degli impatti e le misure

mitigative aggiuntive proposte di cui al par. 6.3, si ritiene che il potenziale impatto indotto in fase di cantiere sia da ritenersi compatibile con il contesto insediativo indagato;

- Cassa di espansione: il contributo emissivo stimato risulta leggermente superiore alla soglia di attenzione ed ampiamente inferiore alla soglia di accettabilità. Considerando la limitata durata nel tempo dell'attività di cantiere (30 giorni), la caratteristica di piena reversibilità degli impatti e le misure mitigative aggiuntive proposte di cui al par. 6.3, si ritiene che il potenziale impatto indotto in fase di cantiere sia da ritenersi compatibile con il contesto insediativo indagato.

Si ritiene importante sottolineare che il contesto in cui si inserisce l'intervento di progetto è di tipo prevalentemente agricolo con presenza di qualche casa sparsa.

Inoltre, le attività considerate per la stima delle emissioni di polveri hanno una durata ridotta nel tempo, oltre ad avere un carattere pienamente reversibile.

6.5 CONCLUSIONI

L'intervento concerne opere di somma urgenza per la protezione dell'abitato di Selbagnone (comune di Forlimpopoli) nei riguardi delle criticità idrauliche che al momento lo interessano, ed in particolare la realizzazione di una vasca di laminazione (cassa di espansione) delle piene del canale Ausa Nuova.

Infatti, gli eventi alluvionali di maggio 2023 hanno infatti evidenziato rilevanti criticità idrauliche, già riscontrate in occasione di precedenti eventi meteorici avversi, che hanno interessato il canale Ausa Nuova, ubicato nei comuni di Forlimpopoli e Bertinoro, con particolare riferimento proprio all'abitato di Selbagnone, alle aree poste in prossimità dell'attraversamento della via Ausa Vecchia e a quelle poste nei pressi dell'attraversamento di via Maestrina.

Nelle valutazioni effettuate, come parametro inquinante associato alle attività di cantiere si considera quello ritenuto più rappresentativo, ovvero le polveri, intese come PM₁₀.

Per la stima dei fattori di emissione associati alle diverse fasi di cantiere associate agli interventi sopra descritti si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).
- EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook

La valutazione delle emissioni di polveri e l'individuazione dei necessari interventi di mitigazione sono state effettuate secondo le indicazioni di cui ai contenuti delle *"Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti"* redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze.

Le stime effettuate hanno evidenziato come per i principali interventi previsti vi siano una sostanziale compatibilità con le soglie proposte dalle Linee Guida sopra citate.

Si ritiene importante sottolineare che il contesto in cui si inseriscono gli interventi di progetto è di tipo prevalentemente agricolo con presenza di qualche casa sparsa.

Inoltre, le attività considerate per la stima delle emissioni di polveri hanno una durata significativamente limitata nel tempo, oltre ad avere un carattere pienamente reversibile.

Pertanto, gli interventi proposti si ritengono compatibili con il contesto insediativo indagato.