



PARCO EOLICO IN LOCALITÀ “POGGIO  
DELL’ORO” NEL COMUNE DI TUSCANIA  
(VT) E OPERE CONNESSE ANCHE NEL  
COMUNE DI TARQUINIA (VT)  
EMISSIONI POLVERULENTE

Project No. P23\_SOR\_008

Doc. No. P23008-A-RL-00\_AL-04

REV.	DATE	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
0	12-Mag-2023	Tiziana Mazzoni Lorenzo Favaro	Paolo Basile	Roberto Brogi

Prepared for: Sorgenia Renewables Srl



STEAM srl  
Via Ponte a Piglieri 8  
Pisa 56121  
ITALY  
VAT no. IT01028420501

1	INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO .....	2
2	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ GENERATRICI DI EMISSIONI POLVERULENTE.....	3
3	METODOLOGIA.....	6
3.1	SCOTICO, SCAVO, CARICO E SCARICO CAMION .....	7
3.2	EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI .....	8
3.3	TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE.....	9
4	STIMA DELLE EMISSIONI.....	11
4.1	REALIZZAZIONE DELLA PIAZZOLA AEROGENERATORE TU06 .....	14
4.1.1	OPERAZIONI DI SCOTICO E SCAVO.....	15
4.1.2	OPERAZIONI DI CARICO SU CAMION .....	16
4.1.3	SCARICO CAMION PER MESSA A PARCO TERRENO E MOVIMENTAZIONE PER RIPORTI .....	16
4.1.4	TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE .....	17
4.1.5	EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI DI MATERIALE STOCCATO.....	18
4.1.6	DETERMINAZIONE DELL'EMISSIONE TOTALE PER LA REALIZZAZIONE DELLA PIAZZOLA .....	19
5	CONFRONTO CON LE SOGLIE ASSOLUTE DI EMISSIONE DI PM <sub>10</sub> .....	21
6	CONCLUSIONI.....	23
7	BIBLIOGRAFIA .....	24

## FIGURE INDEX

Figura 2.a	Indicazione delle aree di cantiere per la realizzazione dell'Impianto eolico in località Poggio dell'Oro .....	4
Figura 2.b	Cronoprogramma progetto eolico.....	5
Figura 4.a	Localizzazione Recettori .....	13
Figura 4.b	Schema a blocchi dell'attività di realizzazione della piazzola .....	14

## TABLE INDEX

Tabella 3.1.a	Fattori di emissione per il PM <sub>10</sub> relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale .....	7
Tabella 3.2.a	Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato .....	9
Tabella 3.3.a	Valori dei coefficienti K <sub>i</sub> , a <sub>i</sub> , b <sub>i</sub> al variare del tipo di particolato.....	9
Tabella 4.a	Bilancio Scavi-Riporti in piazzola aerogeneratore TU06 .....	11
Tabella 4.1.6.a	Emissioni di PM <sub>10</sub> per ciascuna attività durante le attività di allestimento della piazzola TU06 .....	19
Tabella 4.1.a	Valutazione delle emissioni soglia al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno.....	21

## 1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione si propone di stimare e valutare le emissioni polverulente indotte dalla realizzazione del Parco Eolico denominato "Poggio dell'Oro" che la società Sorgenia Renewables S.r.l., intende realizzare nel territorio comunale di Tuscania (VT). Il tracciato dell'elettrodotto interrato MT si sviluppa in parte sul confine con il territorio comunale di Tarquinia (VT).

In particolare, verranno prese in considerazione le emissioni polverulente indotte dalle seguenti attività;

- allestimento piazzole dei singoli aerogeneratori;
- allestimento piazzale della nuova stazione elettrica di conversione elettrica MT/AT e dell'adiacente sistema di accumulo a batteria (fase di esecuzione opere civili), di seguito "Nuova SE e BESS".

Per la stima delle emissioni polverulente è stata utilizzata la metodologia riportata nelle "Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" disponibili nel sito web di ARPAT all'indirizzo <http://www.arpato.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti.

Tali linee guida, adottate con Deliberazione della Giunta provinciale di Firenze n. 213 del 03/11/2009, sono state redatte su proposta della Provincia stessa che si è avvalsa dell'apporto tecnico-scientifico di ARPAT. Esse propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors"). Tramite una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi statistici e tecniche di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, dette Linee Guida propongono specifiche soglie emissive, in relazione ai parametri indicati dall'Allegato V alla Parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., in maniera tale da poter valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di determinate attività, modulare opportunamente eventuali misure di mitigazione (bagnatura, inscatolamento, ecc.), disporre l'eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni.

In particolare, le Linee Guida analizzano le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e, per ciascuna sorgente, vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale e adattato dove possibile alla realtà locale. I valori ottenuti tramite l'applicazione della metodologia proposta devono essere confrontati con delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.

## 2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ GENERATRICI DI EMISSIONI POLVERULENTE

Nel presente capitolo si riporta una descrizione sintetica delle attività necessarie per l'allestimento delle piazzole degli aerogeneratori e dell'area della nuova SE e BESS, che determineranno la produzione di emissioni polverulente.

Le aree cantiere relative ai siti di intervento sono rappresentate in Figura 2.a e presentano le seguenti estensioni:

- piazzola aerogeneratore in fase di cantiere 9.100 m<sup>2</sup>;
- sottostazione elettrica di conversione MT/AT e installazione del sistema di accumulo a batteria 8.800 m<sup>2</sup>.

Si specifica che, nella sopracitata figura, così come in quelle richiamate nel seguito del documento, non sono rappresentate le aree di cantiere relative alla realizzazione dell'elettrodotto interrato MT e AT. Infatti, data la tipologia delle attività previste (paragonabili, dal punto di vista delle emissioni polverulente, a quelle derivanti dalle lavorazioni agricole e alle attività per la realizzazione dei sottoservizi come acquedotti, tubazioni gas metano, etc.) ed i modesti quantitativi di terre movimentate per giorno lavorativo, queste non sono state considerate, nella presente analisi, tra quelle generatrici di emissioni polverulente in quanto ritenute trascurabili rispetto alle altre.

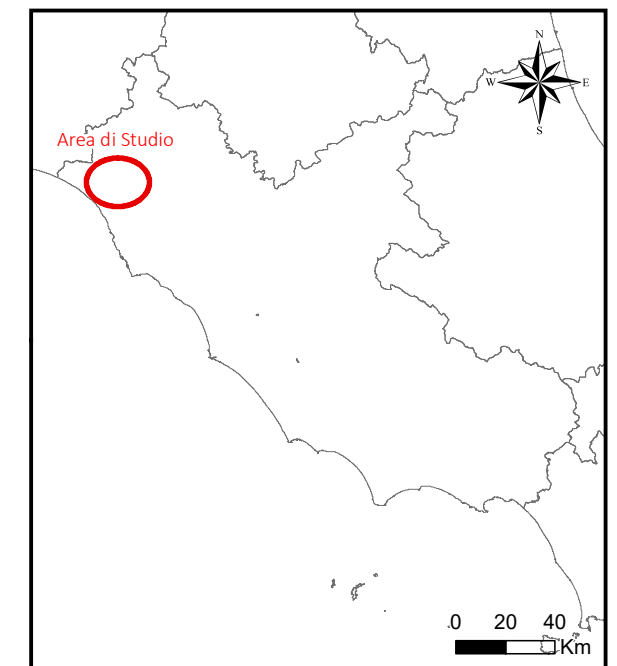
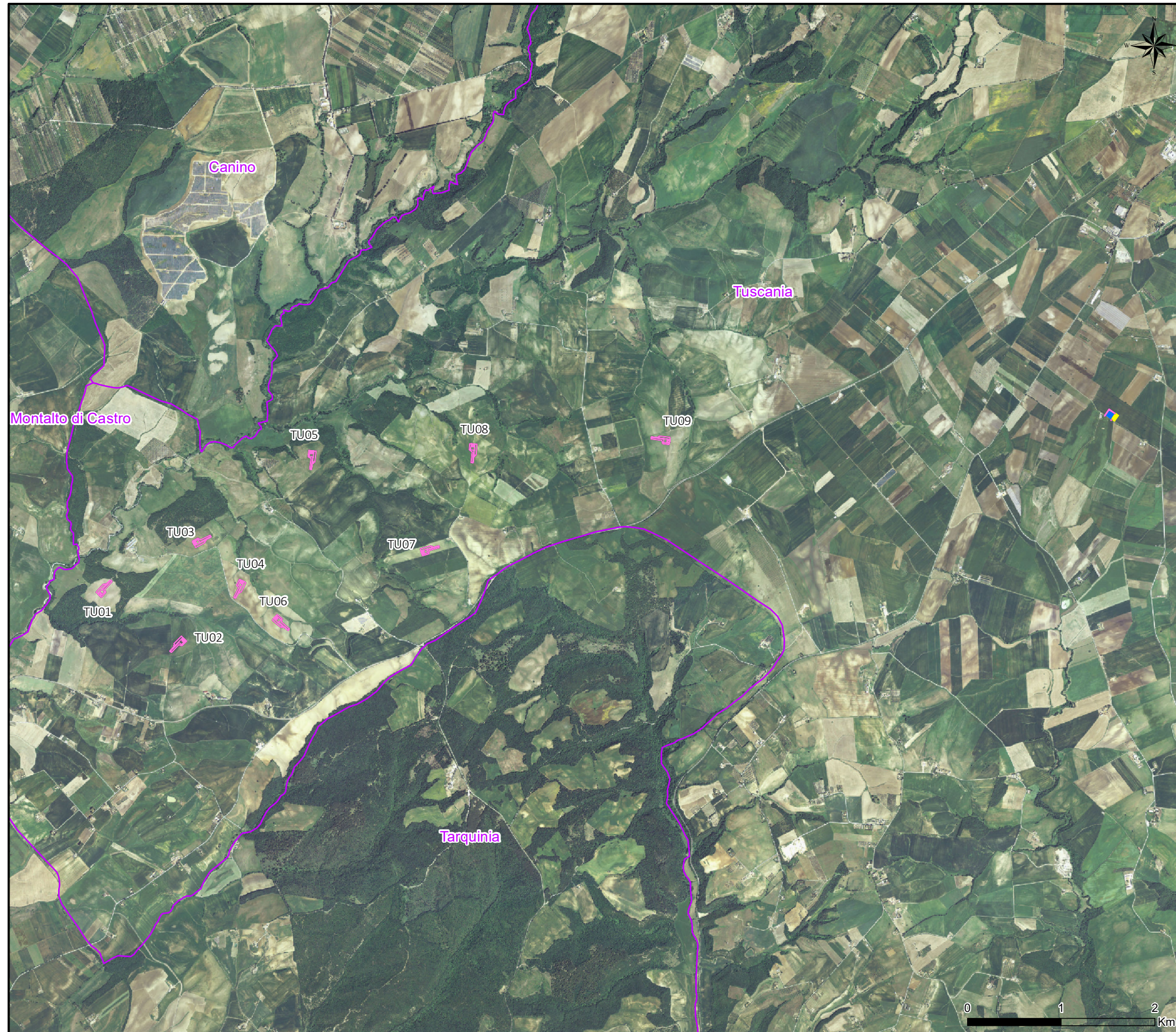
Durante le attività necessarie per l'allestimento delle piazzole degli aerogeneratori, così come per la realizzazione dell'area della Nuova SE e BESS, le operazioni che potenzialmente possono dar luogo a emissioni polverulente sono:

- lo scotico del terreno superficiale;
- lo scavo del terreno a diverse profondità;
- la movimentazione del terreno sbancamento per operazioni di riempimento e modellazione;
- il trascinarsi delle particelle di polvere, dovuto all'azione del vento sui cumuli di materiali incoerenti (cumuli di terreno);
- la movimentazione di materiale inerte per ossatura dei piazzali e strade;
- il transito dei mezzi nelle aree di cantiere per il trasporto del materiale inerte, della quota parte del materiale scavato in eccesso destinato a smaltimento e della parte di materiale scavato destinato alla messa a parco per successivi rinterrati.

Le attività sopra elencate saranno svolte in ciascuna area di quelle individuate nella Figura 2.a.



Figura 2a Indicazione delle aree di cantiere per la realizzazione dell'Impianto eolico in località Poggio dell'Oro





Nella Figura 2.b è riportato il programma di lavoro dettagliato in cui è mostrato il tempo previsto per la realizzazione di tutte le opere previsto dal progetto.

CRONOGRAMMA																		
LAVORI:	MESI																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	#	11	#	#	#	15	#	17	#
RILIEVI TOPOGRAFICI E PROVE DI LABORATORIO	█																	
PROGETTAZIONE ESECUTIVA	█	█																
CANTIERIZZAZIONE			█															
REALIZZAZIONE STRADE E PIAZZOLE			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
REALIZZAZIONE PLINTI DI FONDAZIONE					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
REALIZZAZIONE CAVIDOTTI					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
SOTTOSTAZIONE:																		
Opere civili											█	█	█	█	█	█	█	█
Opere elettriche																		
Collaudi e connessione alla Rete																		
BESS																		
ISTALLAZIONE AEROGENERATORI																		
COMMISSIONING WTG																		
MESSA IN ESERCIZIO DELL'IMPIANTO																		
RIPRISTINI																		

**Figura 2.b Cronoprogramma progetto eolico**

La realizzazione delle n.9 piazzole previste da progetto avverrà in circa 4 mesi, conseguentemente, per la stima delle emissioni polverulente connesse all'allestimento della singola piazzola è stato considerata una durata di circa 15 giorni lavorativi.

Per quanto riguarda l'allestimento della nuova SE e BESS il completamento delle opere civili è previsto in circa 3 mesi e mezzo, ma si può stimare che le operazioni che potenzialmente possono dar luogo a emissioni polverulente siano anch'esse realizzate in circa 15 giorni lavorativi.

### 3 METODOLOGIA

L'analisi delle emissioni diffuse di polveri indotte dalle attività di preparazione e realizzazione delle piazzole e dell'area interessata dalla sottostazione elettrica, ha comportato l'individuazione delle diverse e possibili attività generatrici di emissioni.

Queste ultime sono state raggruppate in tre macro-categorie di seguito indicate:

- scotico, scavo, carico e scarico camion;
- erosione del vento dai cumuli;
- transito di mezzi su strade non asfaltate.

Per ognuna delle categorie individuate si è fatto riferimento a specifiche modalità di stima delle emissioni di polveri riportate nelle Linee Guida di riferimento.

Le Linee Guida adottate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 213 del 03/11/2009, riprendendo quanto previsto dall'AP-42, prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad (3)$$

dove:

- $E$  = emissione di polvere;
- $A$  = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;
- $EF$  = fattore di emissione unitario;
- $ER$  = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di  $PM_{10}$  suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

### 3.1 SCOTICO, SCAVO, CARICO E SCARICO CAMION

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno, primi 30 cm), scavo e carico dei camion viene effettuata di norma con ruspa o escavatore, mentre lo scarico del materiale avviene dai camion. Tali attività producono delle emissioni polverulente.

Nella tabella seguente si riportano i fattori emissivi relativi alla movimentazione di terreno, proposti dalla Linee Guida, per determinate attività con il relativo codice SCC. Tali valori sono disponibili sul database FIRE<sup>1</sup>.

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m <sup>3</sup> di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

**Tabella 3.1.a** Fattori di emissione per il PM<sub>10</sub> relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale

Le emissioni dovute a tali tipologie di attività vengono calcolate secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t) \quad (3.1)$$

dove:

- i = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);
- l = processo;
- m = controllo;
- t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);
- E<sub>i</sub> rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato;
- AD<sub>l</sub> = attività relativa all'i-esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);
- EF<sub>i,l,m</sub> = fattore di emissione (kg/t).

<sup>1</sup> US-EPA Factor Information Retrieval (FIRE) Data System



### 3.2 EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI

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.

La metodologia di stima prevista dalle Linee Guida per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il tasso emissivo orario si calcola secondo la seguente espressione:

$$E_i \text{ (kg/h)} = EF_i \times a \times \text{movh} \quad (3.2a)$$

dove:

- $i$  = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);
- $\text{movh}$  = numero di movimentazioni/ora;
- $a$  = superficie dell'area movimentata (m<sup>2</sup>);
- $EF_{i,l,m}$  = fattore di emissione areali dell' $i$ -esimo tipo di particolato (kg/m<sup>2</sup>).

Per il calcolo del fattore di emissione areale viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro, oltre ad ipotizzare, per semplicità, che la forma di un cumulo sia conica, a base circolare. Dai valori di altezza del cumulo ( $H$  in m), intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta, e dal diametro della base ( $D$  in m), si individua il fattore di emissione areale dell' $i$ -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione. I fattori di emissione sono riportati nella seguente tabella.

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM <sub>10</sub>	7.9E-06
PM <sub>2.5</sub>	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM <sub>10</sub>	2.5 E-04
PM <sub>2.5</sub>	3.8 E-05

**Tabella 3.2.a** Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

### 3.3 TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE

Il transito di automezzi su strada può determinare un'emissione diffusa di polveri che è funzione del tipo di strada (asfaltata o non asfaltata). Per la stima delle emissioni diffuse dalle strade non asfaltate, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i = k_i \left( \frac{s}{12} \right)^{a_i} \times \left( \frac{W}{3} \right)^{b_i} \quad (3.3a)$$

dove:

- $i$  = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);
- $s$  = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);
- $W$  = peso medio del veicolo (ton);
- $EF$  = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);
- $K_i, a_i, b_i$  = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM <sub>10</sub>	0.423	0.9	0.45
PM <sub>2.5</sub>	0.0423	0.9	0.45

**Tabella 3.3.a** Valori dei coefficienti  $K_i, a_i, b_i$  al variare del tipo di particolato

Il peso medio dell'automezzo  $W$  deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico.

Per il calcolo dell'emissione finale,  $E_i$ , si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno. L'espressione finale sarà quindi:

$$E_i = EF_i \times kmh \quad (3.3b)$$

dove:

- $i$  = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);
- kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Nelle Linee Guida si specifica che l'espressione (3.3a) è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%. Tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%.



## 4 STIMA DELLE EMISSIONI

Nel presente Capitolo si effettua la stima delle emissioni di PM<sub>10</sub> attese per effetto delle attività di allestimento dalla singola piazzola di un aerogeneratore e dell'area della nuova SE e BESS.

Le fasi che possono generare emissioni di polveri sono le seguenti:

1. Allestimento di una piazzola per l'installazione degli aerogeneratori: scotico del materiale superficiale + scavo + stoccaggio in situ del terreno scavato da utilizzare per i riporti + riporti + trasporto del terreno e del materiale inerte all'interno dell'area di cantiere. La durata delle attività necessarie all'allestimento della piazzola è pari a 15 giorni lavorativi;
2. Allestimento area della nuova SE e BESS: scotico del materiale superficiale + scavo + stoccaggio in situ del terreno scavato da utilizzare per i riporti + riporti + trasporto del terreno all'interno dell'area di cantiere, della durata di 15 giorni lavorativi;

Come si evince dal cronoprogramma in Figura 2.b, le attività sopra menzionate avverranno in periodi differenti senza sovrapposizioni temporali. Si specifica inoltre, che anche l'allestimento delle piazzole degli aerogeneratori avverrà in serie senza sovrapposizione delle operazioni che potenzialmente possono dar luogo a emissioni polverulente. Di conseguenza è plausibile presupporre che gli effetti sulla qualità dell'aria legati alle attività che producono emissioni polverulente non siano cumulabili.

Dato che tutte le fasi sopraelencate sono caratterizzate da attività simili con tempi di lavorazione analoghi, sono state stimate di seguito le emissioni polverulente della fase potenzialmente più gravose, in modo da valutare l'impatto nelle condizioni più critiche.

In particolare, per la stima delle emissioni polverulenti nelle condizioni più critiche è stato considerata la realizzazione della piazzola relativa all'aerogeneratore TU06 che presenta gli scavi e riporti maggiori, quindi a parità di tecniche costruttive, è l'opera che presenta un impatto maggiore a livello di emissioni polverulente con le seguenti volumetrie movimentate:

Allestimento Piazzola aerogeneratore TU06	
SCAVI	10.600 m <sup>3</sup>
RIPORTI	6.950 m <sup>3</sup>
MATERIALE INERTE	950 m <sup>3</sup>

**Tabella 4.a** *Bilancio Scavi-Riporti in piazzola aerogeneratore TU06*

Al fine di effettuare tale valutazione è stata svolta un'analisi finalizzata ad individuare i ricettori di tipo antropico nell'intorno delle aree oggetto di intervento.

In particolare, sono stati individuati, i manufatti di tipo residenziale. Tra questi, considerando lo stato di conservazione degli edifici, si è limitato l'insieme alle unità abitative munite di abitabilità

e stabilmente occupate, in base alle indicazioni delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" emanate con DM 10/9/2010 del Ministero dello sviluppo economico. In particolare, sono stati quindi esclusi i ruderi e gli edifici in evidente stato di abbandono.

Nella Figura 4.a sono rappresentati i recettori più prossimi alle opere di progetto.

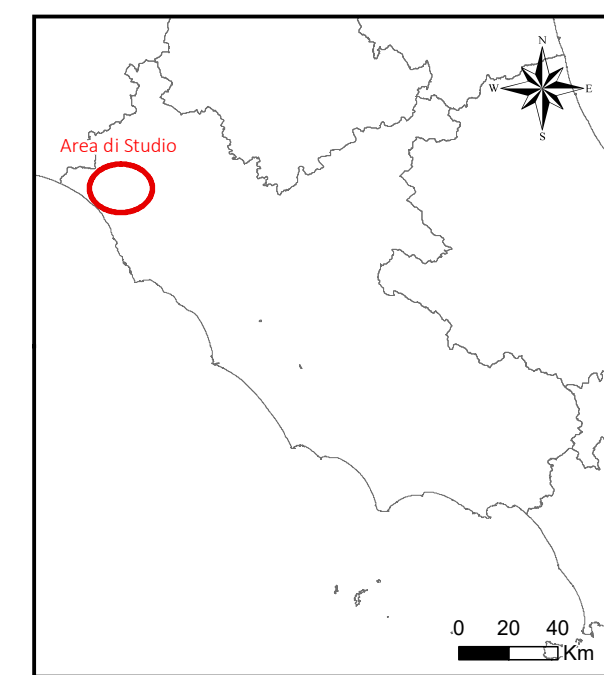
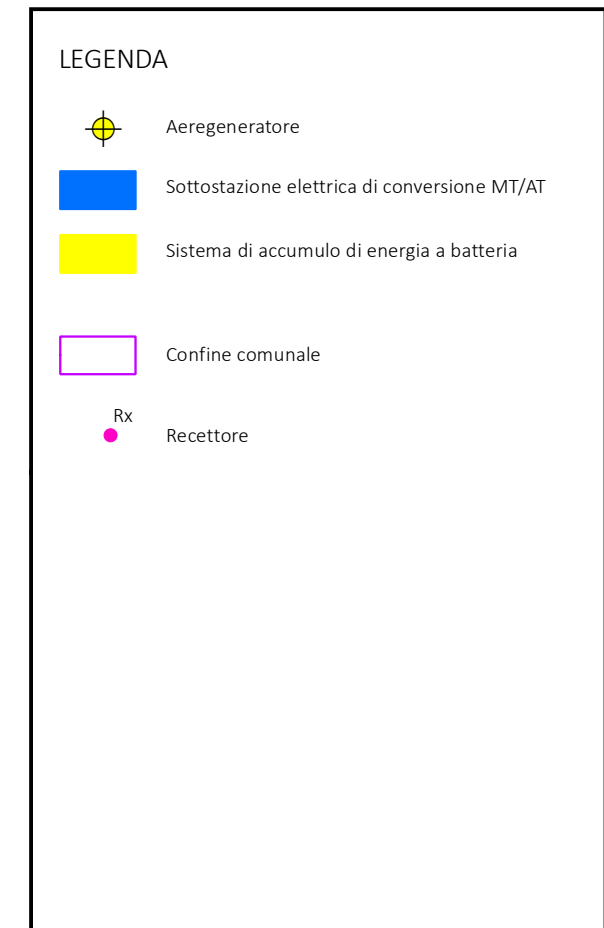
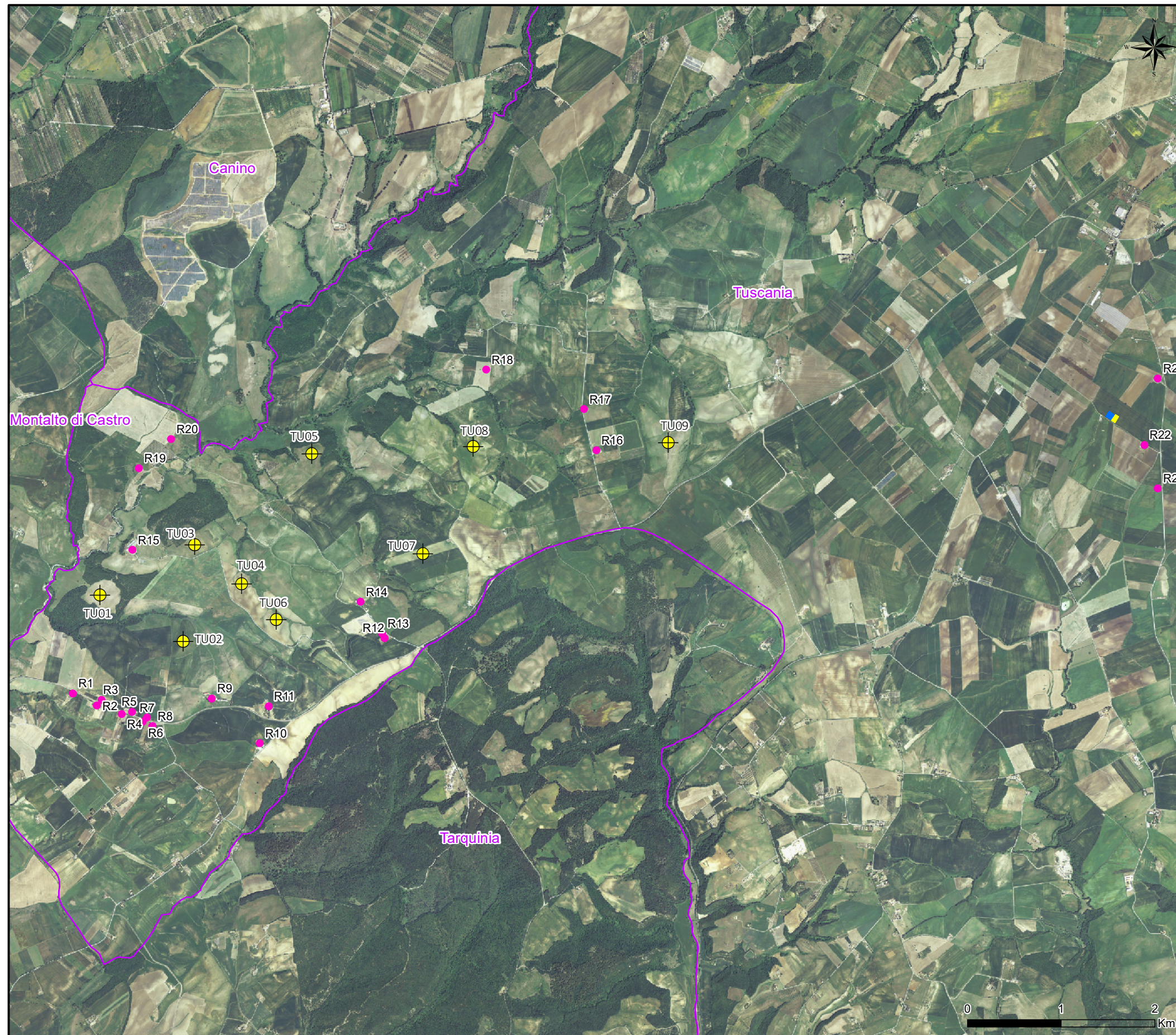
Per la stima delle emissioni polverulente si è considerato inoltre, che le attività svolte area di cantiere per l'allestimento della piazzola siano di 10 ore giornaliere lavorative.

Di seguito sono descritte le attività di cantiere sopra citate utilizzando diagrammi a blocchi che ne individuano le singole attività ed i relativi fattori emissivi considerati.

La stima delle emissioni di  $PM_{10}$  viene effettuata applicando la metodologia prevista dalle Linee Guida descritte al Par. 3, limitatamente alle attività sopra citate. Successivamente viene effettuato il confronto tra i valori delle emissioni di  $PM_{10}$  calcolati durante le attività sopra citate ed i valori soglia di emissione individuati nel Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida, al di sotto dei quali come indicato nelle Linee Guida stesse *"non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il  $PM_{10}$ "*.



Figura 4a Individuazione dei Recettori





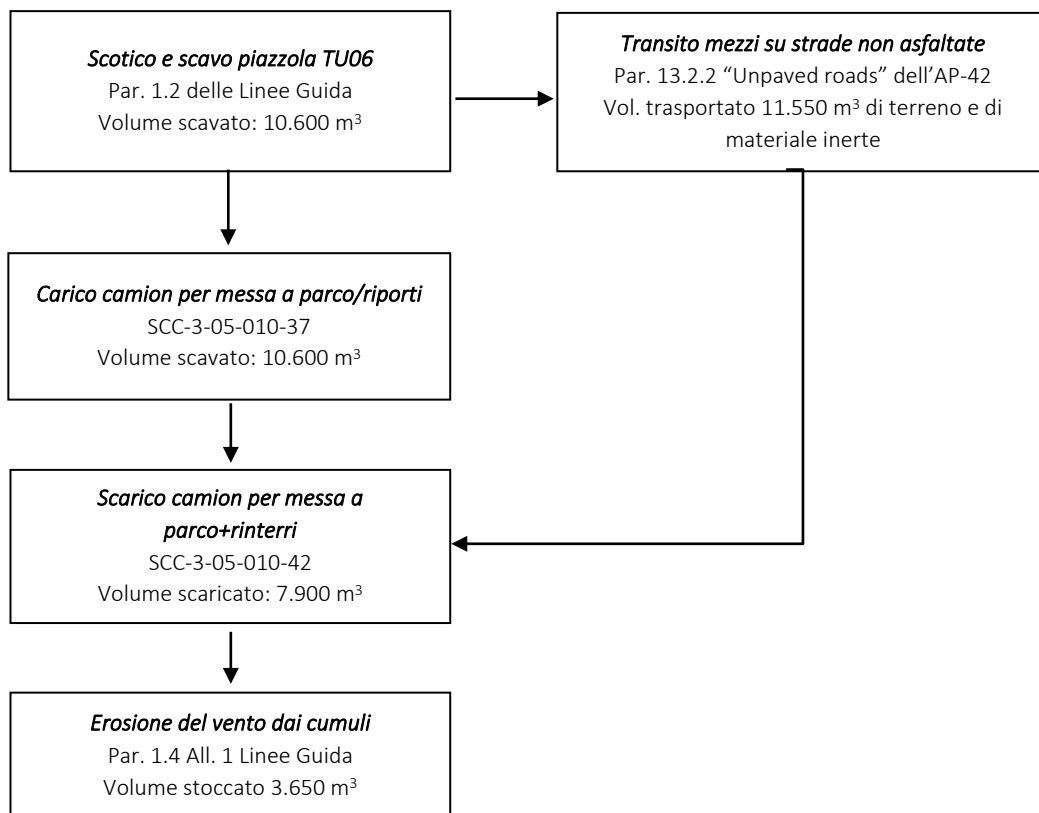
#### 4.1 REALIZZAZIONE DELLA PIAZZOLA AEROGENERATORE TU06

Durante la realizzazione della piazzola si avranno scavi di sbancamento per 10.600 m<sup>3</sup> e riporti di terreno proveniente dagli scavi per 6.950 m<sup>3</sup>. Saranno realizzati inoltre riporti per 950 m<sup>3</sup> con materiali inerti per l'ossatura del piazzale.

Per la realizzazione della piazzola si differenziano le seguenti attività:

- scavo delle fondazioni/basamenti della piazzola;
- carico del materiale scavato;
- scarico del materiale scavato e del materiale inerte per stoccaggio + riporti;
- transito camion per trasporto del materiale scavato e del materiale inerte;
- erosione del vento sui cumuli di materiale scavato e sottoposto a stoccaggio.

Nella seguente Figura 4.b si riporta lo schema a blocchi che mostra la sequenza schematica delle attività che verranno eseguite per la realizzazione della postazione.



**Figura 4.b** Schema a blocchi dell'attività di realizzazione della piazzola

Nei paragrafi seguenti sono calcolati i tassi emissivi (g/h) di PM<sub>10</sub> di ciascuna attività riportata nello schema precedente per l'attività considerata, mediante l'applicazione della metodologia illustrata al *Capitolo 3*.

#### 4.1.1 OPERAZIONI DI SCOTICO E SCAVO

Per la stima delle emissioni polverulente generate dalle attività di scotico e scavo per l'allestimento della piazzola dell'aereogeneratore TU06 (Figura 4.a) è stata utilizzata la metodologia descritta al precedente *Paragrafo 3.1*. La stima dei ratei emissivi relativi alle operazioni di scotico e scavo del materiale superficiale, è stata effettuata utilizzando lo specifico fattore emissivo indicato al Paragrafo 13.2.3 "Heavy construction operations" dell'AP-42 e riportato al Paragrafo 1.2 delle "Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" (5,7 kg/km di PTS).

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 15 giorni lavorativi;
- Ore lavorative giorno = 10;
- Ore lavorative totali = 150;
- Volume da scoticare/scavare = 10.600 m<sup>3</sup>;
- Profondità media dello scavo = 1,16 m;
- Dimensioni benna: larghezza = 1,1 m; lunghezza = 1,1 m;
- Capacità benna = 2,2 m<sup>3</sup>;
- Dimensioni cantiere = 9.100 m<sup>2</sup>;
- Fattore emissivo per il PM<sub>10</sub> = 3,42 (kg/km).

Riguardo al fattore emissivo per il PM<sub>10</sub>, come riportato nelle sopracitate Linee Guida, il fattore di emissione di 5,7 kg/km è relativo alle polveri totali (PTS); in mancanza di informazioni specifiche le stesse Linee Guida ritengono cautelativo considerare una componente di PM<sub>10</sub> dell'ordine del 60% delle PTS.

A partire dalle dimensioni della piazzola, dalla durata dell'attività, dal volume di terra da scoticare/scavare e dalle caratteristiche del mezzo escavatore sono stati calcolati i km percorsi ogni ora dalla benna al fine di realizzare le operazioni di scavo nei quantitativi previsti dal progetto (10.600 m<sup>3</sup>).

Per tale attività si prevede, nei periodi siccitosi, di realizzare una bagnatura dell'area interessata dalle operazioni di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida.

Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 86,4%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 5 mezz/h;
- I = 0,5 l/m<sup>2</sup>;
- t = 5 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la (3.1) si è ottenuto il valore totale di emissione di polveri indotta dalle attività di scotico e scavo per l'allestimento dell'area in oggetto; tale valore risulta pari a 27,16 g/h

#### 4.1.2 OPERAZIONI DI CARICO SU CAMION

Per la stima delle emissioni polverulente generate dalle attività di carico del terreno scavato/scoticato su camion, è stata utilizzata la metodologia di stima delle emissioni polverulente descritta al precedente *Paragrafo 3.1*.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 15 giorni lavorativi;
- Ore lavorative giorno = 10;
- Volume da caricare = 10.600 m<sup>3</sup>;
- Densità terreno vegetale = 1.700 kg/m<sup>3</sup>;
- Fattore emissivo = 0,0075 (kg/t); come riportato nella precedente *Tabella 3.1a* è stato utilizzato il fattore emissivo previsto per operazioni di carico su camion identificato dal codice SCC-3-05-010-37.

Analogamente a quanto considerato al *Paragrafo 4.1.1* per le attività di scotico e scavo anche per la presente attività si prevede di realizzare, nei periodi siccitosi, una bagnatura dell'area interessata dalle operazioni di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al *Paragrafo 1.5.1* delle Linee Guida.

Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 86,4%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 5 mezz/h;
- I = 0,5 l/m<sup>2</sup>;
- t = 5 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la (3.1) si è ottenuto il valore totale di emissione di polveri indotta dalle attività di scotico e scavo per l'allestimento dell'area in oggetto; tale valore risulta pari a 122,54 g/h

#### 4.1.3 SCARICO CAMION PER MESSA A PARCO TERRENO E MOVIMENTAZIONE PER RIPORTI

Parte del materiale scavato e caricato sui camion (6.950 m<sup>3</sup>) verrà successivamente scaricato e stoccato, in attesa di essere utilizzato per i riporti. Verrà inoltre scaricato dai camion anche il materiale inerte proveniente dall'esterno (910 m<sup>3</sup>) del cantiere e anch'esso utilizzato per i riporti.



Per la stima delle emissioni di PM<sub>10</sub> indotte dalle attività di scarico di materiale (terreno scavato e materiale inerte) e successivi rinterrati viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente *Paragrafo 3.1*.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 15 giorni lavorativi;
- Ore lavorative giorno = 10;
- Volume da scaricare = 7.900 m<sup>3</sup>;
- Densità terreno/inerti = 1.700 kg/m<sup>3</sup>;
- Portata camion = 30 t;
- Fattore emissivo = 5,0 x 10<sup>-4</sup> (kg/t); tale fattore emissivo, identificato dal codice SCC-3-05-010-42 e riportato nella precedente *Tabella 3.1a*, è relativo alle emissioni polverulente generate dallo scarico dei camion di materiale scavato.

Si specifica che l'emissione relativa allo scarico del materiale dal camion è stata raddoppiata al fine di considerare le emissioni generate sia dallo scarico e sia per lo spandimento del materiale durante le operazioni di riporto.

Applicando la (3.1) si è ottenuto il valore di emissione di polveri indotta dallo scarico del materiale scavato e del materiale inerte e dalla lavorazione del materiale di riporto; tale valore risulta pari a 89,53 g/h.

#### 4.1.4 TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE

Parte del materiale scavato verrà messo a parco mediante camion, mentre il terreno residuo che non sarà utilizzato per i riporti verrà trasportato all'esterno del cantiere per essere smaltito. Sarà inoltre trasportato all'interno del cantiere mediante camion anche il materiale inerte utilizzato per l'ossatura del piazzale, della strada e del parcheggio.

Ai fini dell'analisi si è scelto di considerare il trasporto su camion dell'intera volumetria di terreno e di inerti su un percorso lungo quanto metà del perimetro della piazzola.

Per la stima delle emissioni di PM<sub>10</sub> indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate viene utilizzata la metodologia descritta al precedente *Paragrafo 3.3*, che prevede l'applicazione del modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42.

La stima delle emissioni polverulente generate da tale attività è stata effettuata utilizzando i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 15 giorni lavorativi;
- Ore lavorative giorno = 10;
- Volume da movimentare = 11.550 m<sup>3</sup>;
- Densità terreno/inerti = 1.700 kg/m<sup>3</sup>;
- Portata camion = 30 t;
- Numero di transiti all'ora: 5;

- $K_i, a_i, b_i = 0,423, 0,9$  e  $0,45$ ; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il  $PM_{10}$  e riportati nella *Tabella 3.3a*;
- $s = 17\%$ ; la percentuale scelta è un valore medio tra quelle suggerite dalle Linee Guida (comprese nell'intervallo tra  $12\%$  e  $22\%$ ) in mancanza di informazioni specifiche;
- $W = 25$  t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico e quella a vuoto nella considerazione che in tale fase nella movimentazione vi sia un percorso di arrivo a vuoto e un percorso di partenza con carico o viceversa;
- $L = 250$  m; tale distanza corrisponde alla lunghezza del tratto percorso da ciascun camion.

Per mitigare l'emissione di polveri generata dal traffico dei camion dentro al cantiere verrà effettuata una bagnatura ogni 5 ore utilizzando 0,4 litro di acqua per  $m^2$  di area di cantiere. Utilizzando la formula riportata al paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida con un potenziale medio dell'evaporazione giornaliera pari a  $0,34$  mm/h si ottiene un fattore di abbattimento pari a circa  $83,0\%$ .

Applicando la (3.3a) e la (3.3b) con un fattore di abbattimento per bagnatura del  $86,4\%$  si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale indotto dal transito dei mezzi su strade non asfaltate per il trasporto del materiale scavato e degli inerti; tale valore risulta pari a  $255,45$  g/h.

#### 4.1.5 EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI DI MATERIALE STOCCATO

Per la stima delle emissioni di  $PM_{10}$  indotte dall'erosione del vento dai cumuli della quota parte di materiale proveniente dallo scotico e dallo scavo destinata allo stoccaggio e al rinterro, viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente *Paragrafo 3.2*.

Per la valutazione delle emissioni diffuse per erosione eolica dei cumuli di materiale stoccato a cielo aperto è stata presa in considerazione la fase di messa a parco del materiale, in attesa di essere riutilizzato per i rinterri.

Sono state stimate le dimensioni di un cumulo medio a forma conica (diametro alla base e altezza) e, considerando che un cumulo è costituito da una quantità di materiale corrispondente a quella trasportata da un camion, è stata determinata la superficie esposta del cumulo stesso.

Inoltre, si precisa che le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile che una volta terminata fa sì che il cumulo non generi più emissioni polverulente a meno che non sia nuovamente movimentato. Pertanto, nella presente trattazione si considera che i cumuli siano movimentati una sola volta (nel momento in cui vengono scaricati dal camion) e che all'arrivo del cumulo (carico) successivo, il cumulo già stoccato abbia terminato la materia erodibile.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Portata camion: 30 t;
- Densità terreno vegetale =  $1.700$  kg/ $m^3$ ;

- Volume cumulo: 26,5 m<sup>3</sup>; tale volume è stato ottenuto considerando cautelativamente un fattore 1,5 con il quale è stato moltiplicato l'effettivo volume occupato dalle 30 tonnellate di materiale scaricato, in maniera tale da tenere in considerazione la presenza di eventuali vuoti che si originano all'interno del cumulo stesso;
- Diametro equivalente della base del cumulo nell'ipotesi di cumulo conico: 7,1m;
- Altezza cumulo: 2 m;
- Superficie area cumulo: 45,6 m<sup>2</sup>;
- Numero di movimentazioni ora: 4,1 movimentazioni/ora; tale parametro è stato calcolato sulla base delle ore lavorative previste per tale fase e del materiale da mettere a parco.

Come descritto al precedente *Paragrafo 3.2*, per il calcolo del fattore di emissione areale, EF<sub>i</sub> (kg/m<sup>2</sup>), viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Date le caratteristiche del cumulo ipotizzato, il fattore di emissione areale di PM<sub>10</sub> utilizzato, riferito a ciascuna movimentazione, è pari a 7,9 x 10<sup>-6</sup> (kg/m<sup>2</sup>).

Applicando la (3.2) si è ottenuto il valore di emissione totale di polveri indotta dall'erosione del vento dai cumuli; tale valore risulta pari a 1,49 g/h.

#### 4.1.6 DETERMINAZIONE DELL'EMISSIONE TOTALE PER LA REALIZZAZIONE DELLA PIAZZOLA

Per la determinazione dell'emissione totale di PM<sub>10</sub> durante le attività per la realizzazione della piazzola, sono stati sommati i contributi emissivi relativi ad ogni attività potenzialmente generatrice di emissioni polverulente.

Nella tabella seguente si riassumono in forma sinottica le attività considerate. Nella colonna di destra si riporta il contributo emissivo totale indotto dall'attività di allestimento della singola piazzola.

ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELLA PIAZZOLA TU06			
Attività	Emissione (g/h)	Emissione globale (g/h)	Durata (giorni)
Scotico e scavo	27,16	496,17	15
Carico camion per messa a parco e riporti	122,54		
Scarico camion per messa a parco e riporti	89,53		
Transito mezzi su strade asfaltate	255,45		
Erosione del vento dai cumuli di materiale stoccato	1,49		

**Tabella 4.1.6.a Emissioni di PM<sub>10</sub> per ciascuna attività durante le attività di allestimento della piazzola TU06**

Il valore di emissione globale ricavato per la piazzola TU06, rappresenta la stima delle emissioni polverulenti nelle condizioni più critiche, poiché prende in considerazione i bilanci scavi e riporti di maggior entità. Pertanto, avendo le altre attività tempistiche e tecniche costruttive simili a quelle dell'allestimento della piazzola TU06, tale risultato può essere rapporta alle aree cantiere previste dal progetto.





## 5 CONFRONTO CON LE SOGLIE ASSOLUTE DI EMISSIONE DI PM<sub>10</sub>

Di seguito si effettua il confronto tra i valori delle emissioni di PM<sub>10</sub> calcolate per ogni attività, precedentemente descritta, ed i valori soglia di emissione individuati nel Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" (adottate con Deliberazione della Giunta provinciale n. 213 del 3.11.2009) al di sotto dei quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub> dovuti alle emissioni delle attività in esame.

Come riportato nel suddetto Allegato 1, i valori soglia delle emissioni di PM<sub>10</sub> individuati variano in funzione della distanza recettore-sorgente e della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tali emissioni.

Il ricettore più vicino al cantiere delle piazzole degli aerogeneratori è ubicato ad una distanza pari a 590 m, mentre il ricettore più prossimo all'area della Nuova SE e BESS è localizzato ad una distanza di 420 m (Figura 4.a.).

Le attività di cantiere avranno una durata di 15 giorni; pertanto, i valori soglia da prendere come riferimento sono quelli riportati nella Tabella 19 del Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee guida, riportata di seguito.

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM <sub>10</sub> (g/h)	risultato
0 + 50	<104	Nessuna azione
	104 + 208	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 208	Non compatibile (*)
50 + 100	<364	Nessuna azione
	364 + 628	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 628	Non compatibile (*)
100 + 150	<746	Nessuna azione
	746 + 1492	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1492	Non compatibile (*)
>150	<1022	Nessuna azione
	1022 + 2044	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 2044	Non compatibile (*)

(\*) fermo restando che in ogni caso 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.

**Tabella 4.1.a** Valutazione delle emissioni soglia al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno

Ai fini della presente valutazione è stata ipotizzata, cautelativamente, la completa sovrapposizione di tutte le attività previste nell'area di cantiere per singolo aerogeneratore (nello

specifico la TU06) e, quindi, la contemporaneità di tutte le operazioni potenzialmente generatrici di emissioni polverulente inerenti alla specifica attività presa in esame (realizzazione della postazione).

Dalle stime effettuate nei paragrafi precedenti è emerso che durante la preparazione dell'area nella quale sarà realizzato della postazione per l'aerogeneratore TU06 verrà generata un'emissione globale di PM<sub>10</sub> pari a 496,17g/h (si veda Tabella 4.1.6.a).

Come specificato precedentemente, la piazzola del suddetto aerogeneratore è quella che necessita per la sua realizzazione maggiori scavi e riporti, quindi a parità di tecniche costruttive, è l'opera che presenta un impatto maggiore a livello di emissioni polverulente.

Confrontando tale valore con la soglia, pari a 1.022 g/h, individuata in Tabella 4.1.a e prevista dalle Linee Guida per i ricettori posti ad una distanza >150 m, si osserva che non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub> dovuti alle emissioni generate dalla presente fase presso il ricettore considerato.

**6****CONCLUSIONI**

Dall'applicazione della metodologia di cui alle "Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" condotta nel presente documento risulta che le attività necessarie per l'allestimento della piazzola dell'aereogeneratore TU06 possono essere ragionevolmente considerate compatibili con l'ambiente.

Infatti, sulla base della tipologia ed organizzazione delle attività previste le emissioni diffuse di polveri (PM<sub>10</sub>) indotte dalle attività di cantiere non generano interferenze significative sui ricettori considerati e come indicato dalle stesse Linee Guida sopra citate "non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub>".

Le stesse conclusioni possono essere tratte per le attività necessarie all'allestimento delle altre piazzole comprensive anche della Nuova SE e BESS dato che, oltre ad essere caratterizzate da attività simili rispetto a quelle analizzate, sono caratterizzate da un minor quantitativo di terreno movimentato, e conseguentemente, di emissioni di polveri inferiori rispetto all'allestimento della piazzola dell'aereogeneratore TU06 (a parità di intervallo di distanza dal ricettore più vicino e di intervallo temporale di durata delle attività – inferiore a 100 giorni/anno).

Si specifica che, al fine di limitare la dispersione di polveri prodotte nella fase di cantiere, in aggiunta alla bagnatura come sopra dettagliato, verranno adottate le seguenti norme di buona pratica:

- copertura degli stoccaggi temporanei dei materiali risultanti dalle operazioni di scavo e di quelli impiegati per la posa in opera al fine di evitare il sollevamento delle polveri;
- copertura dei cassoni dei mezzi con teli in modo da ridurre eventuali dispersioni di polveri durante il trasporto dei materiali;
- restrizione del limite di velocità dei mezzi all'interno dell'area cantiere (ad esempio a 30 km/h).

**BIBLIOGRAFIA**

**ARPAT, 2009.** Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti. All. 1 parte integrante e sostanziale della DGP.213-09.

**USA-EPA, 2006.** AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Vol.I,. Fifth Edition. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards. (<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/>)