	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 1 di 19 Note:

Regione Toscana
Comune di Carrara

Cava n° 64 “La Madonna”

Scheda 15 PIT/PPR
Bacino di Torano

Valutazione analitica delle emissioni di polveri

(PRQA 2018 – Linee Guida)


(Cave di sponda s.r.l., Via Genova, 42 Carrara 54033 (MS))



© All rights reserved to Orlando Pandolfi | P.I. 00568690457 | Address: Piazza Duomo 11 54033 Carrara, Italy.

orlando@orlandopandolfi.it | www.orlandopandolfi.it | LinkedIn <https://it.linkedin.com/in/orlando-pandolfi-3b407116a>


This document is strictly private; any use, copy, reproduction of any of its contents for any purpose is strictly prohibited.

	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 2 di 19 Note:

Indice

1. Premessa	3
2. Descrizione del sito estrattivo.....	4
3. Ciclo operativo	5
4. Macchine ed attrezzature impiegate	7
5. Stima delle emissioni dovute alle operazioni di coltivazione.....	8
5.1. Metodologia impiegata	8
5.2. Processi di taglio	9
5.3. Rimozione di masse instabili e detriti dell'ammasso in sbancamento.....	12
5.4. Formazione e stoccaggio di cumuli.....	12
5.5. Erosione del vento dai cumuli.....	13
5.6. Carico e transito di mezzi su strade non asfaltate.....	15
6. Considerazioni finali e sistemi di mitigazione	17



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 3 di 19 Note:

1. Premessa

La presente relazione riguarda la stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere e le eventuali azioni ed opere di mitigazione che si possono attuare.


La valutazione è stata redatta in conformità all'Allegato 2: Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria ambiente (PRQA) approvato dal Consiglio Regionale il 18.07.2018 ed in attuazione delle disposizioni del D.lgs. 152/2006 e del D.lgs.155/2010.

La cava n°64 "La Madonna" è una cava di marmo, il cui piano di coltivazione prevede:

1. ampliamento della galleria preesistente nella zona di coltivazione in sotterraneo;
2. ampliamento del cantiere a cielo aperto;
3. area temporanea di stoccaggio scaglie e detriti.

Nella seguente relazione si riporta innanzitutto la descrizione dell'area presa in esame descrivendone le caratteristiche morfologiche, il ciclo operativo nel sito di estrazione (in cui sono specificate le fasi) e i macchinari impiegati nel cantiere. Si valutano, infine, le fonti di emissione delle polveri raggruppate per tipologia e le metodologie applicabili per l'abbattimento delle polveri nelle varie fasi lavorative descritte nelle Linee Guida per la Valutazione delle Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti, secondo i modelli dell'US-EPA (AP-42



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 4 di 19 Note:

2. Descrizione del sito estrattivo


La cava n° 64 si trova nel bacino di Torano del Comune di Carrara.

Nel cantiere, realizzato nei mappali dichiarati in disponibilità dalla committenza, sono previste sia lavorazioni a cielo aperto che in sotterraneo.

Alla curva si acceda alla viabilità principale comunale asfaltata che dal fondovalle del canale di Torano porta direttamente al piazzale, oggetto di coltivazione, nonché all'entrata della galleria. All'interno della cava i mezzi si muovono su rampe interne e piazzali.

La cava appartiene alla categoria delle cave di pietra ornamentale, per cui i processi di estrazione sono atti a realizzare materiale da taglio sotto forma di blocchi, semi-blocchi ed informi, cercando di ridurre al minimo gli scarti (derivati del materiale da taglio). Le attività di riduzione granulometrica sono quindi limitate al riquadramento dei blocchi o a particolari azioni di bonifica.




	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 5 di 19 Note:

3. Ciclo operativo

La cava sarà coltivata secondo le più moderne tecnologie estrattive. È possibile definire le seguenti fasi del ciclo operativo:


FASE	DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE
10	ESAME DELLA TECCHIA	<ul style="list-style-type: none"> • Operazioni di disaggancio del materiale instabile • Operazioni di chiodatura di “peli” o fratture, litoclasti, ecc. • Messa in posto di sistemi di protezione dalla caduta di materiale
20	MOVIMENTAZIONE MATERIALI E ATTREZZATURE CON PALA MECCANICA	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione rampe di servizio nel cantiere con materiale di riporto • Caricamento dei blocchi ed inforni ridotti in misure commerciabili su camion • Movimentazione delle scaglie • Calzature delle bancate dei blocchi • Trasporto del materiale scavato • Trasporto macchine ed attrezzature • Regolazioni, controlli, messe a punto, manutenzione dei macchinari impiegati



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 6 di 19 Note:

30	TAGLI AL MONTE Processi di taglio e perforazione	<ul style="list-style-type: none"> • Posizionamento delle macchine tagliatrici (a filo diamantato, a catena dentata e delle perforanti) • Taglio con filo diamantato • Taglio con catena • Nel caso di taglio in sotterraneo per il cosiddetto tracciamento si userà prevalentemente solo una macchina da taglio in sotterraneo • Regolazioni, controlli, messe a punto, manutenzione dei macchinari impiegati
40	RIBALTAMENTO DI BANCATE	<ul style="list-style-type: none"> • Operazioni preliminari di preparazione dei "letti" con materiale inerte • Ribaltamento con cuscini idraulici • Spinta con pala meccanica • Ribaltamento con escavatore • Regolazioni, controlli, messe a punto, manutenzione dei macchinari impiegati



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 7 di 19 Note:

50	SEZIONAMENTO BANCATE E BLOCCHI	<ul style="list-style-type: none"> • Esame preliminare della bancata • Bonifica e pulizia della bancata • Segnatura della bancata • Posizionamento del filo sotto la bancata utile • Taglio con filo diamantato • Taglio con tagliatrice a catena • Regolazioni, controlli, messe a punto, manutenzione dei macchinari impiegati
60	MANUTENZIONE MACCHINARI E IMPIANTI	<ul style="list-style-type: none"> • Operazione di pulitura ed eventuale ingrassaggio delle macchine • Regolazioni, controlli, messe a punto, manutenzione dei macchinari impiegati


In ognuna di queste fasi, sono state individuate le possibili fonti di emissione di polvere che saranno descritte nel seguito della relazione.

4. Macchine ed attrezzature impiegate

Nel cantiere sono impiegate le seguenti macchine ed attrezzature:

- n. 3 pale gommate;
- n. 3 escavatori (di cui 2 dotati di benna, 2 dotato di martello a percussione e 1 dotato di martello a fondo foro);
- n. 1 compressore;
- n. 3 macchine a filo diamantato;



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 8 di 19 Note:

- n. 2 tagliatrice a catena;
- n. 3 perforatrici;
- n. 1 tagliatrice a catena da sotterraneo;
- n. 1 impianti vari (ciclo trattamento acque, ciclo elettrico, illuminazione, circolazione forzata dell'aria ecc.).

5. Stima delle emissioni dovute alle operazioni di coltivazione

5.1. Metodologia impiegata


Come si è detto, i metodi di valutazione proposti provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).

Nella relazione sono analizzate le sorgenti di particolato dovute alle attività di coltivazione. Per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo.

L'attività di coltivazione è stata suddivisa in fasi elementari di un ciclo operativo standard, come descritto più sopra e sintetizzato di seguito, con l'aggiunta dell'erosione del vento:

1. Sbancamento del materiale superficiale e detriti, associabili a (AP-42 13.2.3);
2. Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
3. Erosione del vento dai cumuli (AP-42 13.2.5);
4. Carico e transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2).



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 9 di 19 Note:

Non è invece prevista la fase di Utilizzo di mine ed esplosivi (AP-42 11.9).

I fattori di emissione sono stati elaborati in un contesto di stima delle emissioni a fini previsionali. Sarà necessario seguire il piano periodico di monitoraggio dell'area di cava durante la coltivazione che consentirà via via una verifica della presente valutazione e un miglioramento e aggiornamento continuo.

Da notare che la cava è certificata ISO14001 e dunque le polveri rientrano nei punti di interesse.

Per tutte le varie lavorazioni le stime sono riferite all'unità oraria considerando un livello di attività media sul periodo di lavoro e le emissioni delle attività e lavorazioni sono descritte tramite modello emissivo.

5.2. Processi di taglio


Si eseguono dunque perforazioni orizzontali e verticali che combinate con tagli paralleli e verticali della tagliatrice a catena dentata, ci consentono l'introduzione del circuito del filo diamantato, che esegue i tagli necessari, sia piani che posteriori. Ai fini della presente valutazione si fa presente che lo sfrido proveniente dalla tagliatrice a filo diamantato è del tipo pulverulento.

Esso infatti deriva dagli utensili, detti perline, che lavorano per attrito, con tutta la loro superficie di taglio. Tale detrito fine è assimilabile a quello denominato frantumazione fine (fine crushing), Codice SCC 3-05-020-05.

Nel marmo si può ottenere un valore della cosiddetta velocità di taglio a filo diamantato di circa 20 m²/h.

Il detrito prodotto dalla tagliatrice a catena deriva invece dall'azione degli utensili in serie che si comportano in modo assimilabile a una "brocciatrice", con angoli di taglio e spoglia ben definiti. Il taglio non si sviluppa perciò per attrito ma



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 10 di 19 Note:

per frattura fragile che ha origine nel punto di applicazione della forza di taglio. Questo genera il distacco di piccole scaglie. In questa cava le tagliatrici a catena sono di due tipologie: da tracciamento in sotterraneo, utilizzata esclusivamente per gli avanzamenti nella galleria di tracciamento e da bancata, per la coltivazione delle bancate in avanzamento, sia a cielo aperto che in sotterraneo;

Il detrito prodotto è assimilabile al caso di frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing), Codice SCC 3-05-020-03.

Nel caso di taglio con tagliatrice a filo diamantato e tagliatrice a catena il calcolo del rateo emissivo totale si esegue secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum_i AD_i(t) \cdot EF_{i,l,m}(t)$$


In cui:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- l = processo;
- m = controllo periodo di tempo (ora, mese, anno, ...);
- E_i = rateo emissivo dell'i-esimo particolato [kg/h];
- AD_i = attività relativa all'i-esimo processo (ad es. materiale lavorato/h);
- $EF_{i,l,m}$ = fattore di emissione.

I fattori di emissione sono presentati nel paragrafo 11.19.2 “Crushed stone processing and pulverized mineral processing” dell'AP-42 (US-EPA).

Il materiale di risulta è diverso nei due casi di taglio e perciò si usano due fattori di emissione differenti, desunti dalla Tab 11.19.2 – 1 derivati da AP-42 (US-EPA).



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 11 di 19 Note:

Taglio con filo diamantato: assimilabile al caso di frantumazione fine (fine crushing), Codice SCC 3-05-020-05: fattore di emissione con abbattimento 6.0E-04. Il metodo di abbattimento o mitigazione suggerito dalle citate linee guida è la bagnatura con acqua, del resto già presente nel ciclo operativo, in abbondanza, vista la natura del materiale da sezionare.

Taglio con catena dentata: assimilabile al caso di frantumazione terziaria 5 – 25mm (tertiary crushing), Codice SCC 3-05-020-03: fattore di emissione con abbattimento 2.7E-04. Il metodo di abbattimento o mitigazione suggerito dalle citate linee guida è la bagnatura con acqua, non più di 6 litri/min, a seguito di prove tecniche a cura della società e adottate dal PABE.


Il residuo dei tagli, marmettola, viene prelevato e posto in contenitore metallico munito di filtri a sacco all'interno dei quali la marmettola rilascia, per decantazione, l'acqua in essa contenuta che a sua volta è riciclata.

A partire dal volume di materiale lapideo prodotti annualmente dalla lavorazione della cava è stato quindi possibile ricavare il valore di emissione durante i processi di taglio, come riportato nella Tabella 1.

Tabella 1 – Emissioni derivanti dai processi di taglio

SCC	Operazione	EF [kg/Mg]	AD [Mg/h]	E [g/h]
3-05-020-05	Taglio con filo	0,00060	10,95	6,57
3-05-020-03	Taglio con catena	0,00027	25,55	6,90
<i>Totale</i>				<i>13,47</i>



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 12 di 19 Note:

5.3. Rimozione di masse instabili e detriti dell'ammasso in sbancamento

Tale operazione può essere assimilata sia alle attività di scopertura o di rimozione di cappellaccio che alle attività di distacco delle masse instabili durante le fasi di avanzamento e sbancamento.

Si è proceduto individuando i passaggi ove si generano polveri, (SCC), considerando l'altezza della caduta, pari a quella media di una bancata o fronte in lavorazione (5 m) ed un contenuto di umidità pari al 4,80%, ottenendo le emissioni orarie riportate in Tabella 2.


Tabella 2 – Emissioni derivanti dai processi di rimozione di masse instabili e detriti dell'ammasso in sbancamento

SCC	Operazione	EF [kg]	AD [Mg/h]	E [g/h]
3-05-010-36	Rimozione cap./det.	0,0166	2,25	37,29
3-05-010-37	Carico dep./det.	0,0075	6,075	45,56
3-05-010-42	Scarico dep./det.	0,0005	6,075	30,38
<i>Totale</i>				<i>113</i>

5.4. Formazione e stoccaggio di cumuli

Un'attività suscettibile per le emissioni di polveri è l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli, necessari per il temporaneo stoccaggio delle scaglie prima dell'asportazione verso l'esterno o il riuso ai fini del rimodellamento.



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 13 di 19 Note:

Il modello proposto nel paragrafo 13.2.4 “Aggregate Handling and Storage Piles” dell’AP-42 calcola l’emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base al fattore di emissione:

$$EF_i = k_i \cdot 0,0016 \cdot \frac{\left(\frac{u}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

In cui:

- $EF_{i,l,m}$ = fattore di emissione;
- a = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato (0,35);
- u = velocità del vento (5 m/s);
- M = contenuto in percentuale di umidità (4,80%).

La quantità di particolato emesso da questa attività, quindi, dipende dal contenuto percentuale di umidità M : valori tipici nei materiali impiegati in diverse attività, corrispondenti ad operazioni di lavorazione di inerti, sono riportati in Tabella 13.2.4-1 del suddetto paragrafo 13.2.4 dell’AP-42.

Da questi dati è stato calcolato il fattore di emissione e quindi l’emissione oraria della fase di formazione e stoccaggio di cumuli come in Tabella 3.


Tabella 3 – Emissioni derivanti dai processi di formazione e stoccaggio di cumuli

EF [kg/Mg]	AD [Mg/h]	E [g/h]
0,114	0,9	102,85

5.5. Erosione del vento dai cumuli

Le emissioni causate dall’erosione del vento sono dovute all’occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione.



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 14 di 19 Note:

Seguendo quanto riportato dall'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") si definisce l'effettiva emissione di ciascun cumulo previsto in cava, relativa alle condizioni anemologiche attese. In particolare, si fa riferimento alla distribuzione di frequenze dei valori della velocità del vento.

Il cantiere attivo della cava è posto in posizione riparata rispetto all'azione diretta del vento.

Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare, stimando una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Il rateo emissivo orario si calcola dall'espressione:

$$E_i = EF_i \cdot a \cdot movh$$

In cui:


- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- EF_i = fattore di emissione dell'i-esimo particolato [kg/m²];
- a = superficie dell'area movimentata [m²];
- $movh$ = numero di movimentazioni all'ora.

Dalla Tabella 4 è possibile calcolare il fattore di emissione areale.

Tabella 4 – Fattori di emissione areale per movimentazione e per tipo di particolato

CUMULI ALTI (H/D > 0,2)	
PARTICOLATO	EF [kg/m²]
PTS	1,60×10 ⁻⁵
PM10	7,90×10 ⁻⁶



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 15 di 19 Note:

PM2.5	1,26×10 ⁻⁶
CUMULI BASSI (H/D ≤ 0,2)	
PARTICOLATO	EF [kg/m²]
PTS	5,10×10 ⁻⁴
PM10	2,50×10 ⁻⁴
PM2.5	3,80×10 ⁻⁵

Definiti quindi gli altri due parametri a e $movh$, è stata calcolata l'emissione di polveri anche per la fase di erosione del vento che però risulta non significativa (Tabella 5).

Tabella 5 – Emissioni derivanti dall'erosione del vento dai cumuli

EF [kg/m ²]	A [m ²]	movh [h ⁻¹]	E [g/h]
7,90×10 ⁻⁶	50	0,95	0,38

Il valore di emissioni derivanti dall'erosione del vento dai cumuli è inferiore ad 1, pertanto non significativo ai fini della valutazione.


5.6. Carico e transito di mezzi su strade non asfaltate

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al carico dei mezzi ricorriamo al paragrafo 5.3 soprastante. I risultati possono essere sintetizzati nella Tabella 6.

Tabella 6 – Emissioni derivanti dai processi di carico

SCC	Operazione	EF [kg/Mg]	AD [Mg/h]	E [g/h]
-----	------------	------------	-----------	---------



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 16 di 19 Note:

3-05-010-37	Carico	0,0075	15	112,5
-------------	--------	--------	----	-------

Per quanto riguarda l'emissione relativa al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42. Il rateo emissivo orario risulta proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (silt) del suolo, inteso come particolato di diametro inferiore a 75 µm.

Il peso medio dell'automezzo W è stato calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico, secondo la tipologia di camion prevista nella cava (veicoli con un peso medio inferiore a 35 Ton). Per il calcolo dell'emissione finale si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo, riferito all'unità di tempo (numero di km/h), sulla base della lunghezza della pista.

È richiesto il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno.


È ipotizzabile un intervallo di valori di limo (silt) del 8,4%. In via cautelativa non consideriamo l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia), nonché delle opere di mitigazioni in seguito descritte.

Il percorso interno di cava valutato consiste nel tratto di rampe interne percorso fino all'incontro della pubblica via asfaltata, per una distanza di 0,1 Km e complessivamente n. 5 viaggi al giorno.

Il fattore di emissione può essere calcolato quindi attraverso la seguente formula e i valori in Tabella 7:

$$EF_i = k_i \cdot \frac{\left(\frac{s}{12}\right)^{a_i}}{\left(\frac{W}{3}\right)^{b_i}}$$



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 17 di 19 Note:

In cui:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- EF_i = fattore di emissione dell'i-esimo particolato [kg/km];
- s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa [%];
- W = peso medio del veicolo [t].

Tabella 7 – Valori dei coefficienti k_i , a_i e b_i al variare del tipo di particolato

PARTICOLATO	k	a	b
PTS	1,3800	0,7	0,45
PM10	0,4230	0,9	0,45
PM2.5	0,0423	0,9	0,45

Grazie alle ipotesi effettuate, è stato quindi possibile calcolare l'emissione di polveri anche per quest'ultima fase. I risultati sono riportati nella Tabella 8.


Tabella 8 – Emissioni derivanti dai processi di transito di mezzi su strade non asfaltate

EF [kg/km]	viaggi/giorno	Distanza percorsa A/R [km]	E [g/h]
0,927	5	0,1	57,93

6. Considerazioni finali e sistemi di mitigazione

Nei paragrafi precedenti sono state esaminate le fonti di rischio per l'emissione di polveri con i relativi valori calcolati in via previsionale. L'emissione totale, considerata la limitata estensione del sito di cava nella quale sono svolte tutte le operazioni sopra descritte, può essere cautelativamente calcolata



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 18 di 19 Note:

considerando la situazione di contemporaneità delle operazioni per un totale di circa **400 g/h** di emissione di PM10.


Da qui, ipotizzando che le attività lavorative si svolgono su un periodo compreso tra i 200 e 250 giorni all'anno e che i recettori sensibili si trovano ad una distanza superiore a 150 metri, dalla "Tabella 16 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 200 e 250 giorni/anno" delle Linee guida PQRA (riportata in Tabella 9), è stato possibile ricavare la soglia di emissione di PM10 pari a **493 g/h**.

Tabella 9 - Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 200 e 250 giorni/anno" (Tabella 16 delle Linee guida PQRA)

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM ₁₀ (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	Non compatibile (*)

Essendo l'emissione media oraria della cava "La Madonna" inferiore alla soglia di emissione proposta dal modello utilizzato, l'attività in cava può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente in quanto i risultati del modello utilizzato indicano che al di sotto dei valori individuati (soglie) non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria di PM10 dovuti alle emissioni dell'attività in esame.



	Incarico: Piano di coltivazione ai sensi della L.R. 35/15, della L.R. 10/10 e del D. Lgs. 152/06	Documento: Valutazione analitica delle emissioni di polveri	Redattore: Ing. Orlando Pandolfi
Piazza Duomo, 11 54033 Carrara (Italia) www.orlandopandolfi.it orlando@orlandopandolfi.it +39 0585 779513	Committente: Cave di sponda s.r.l. Via Genova, 42 54033 Carrara (MS)	Prot.: 0917/BU25/24 Data: novembre 2024	Foglio: 19 di 19 Note:

Non è necessario, dunque, alcun intervento né valutazione suppletiva, oltre alle mitigazioni sopra citate e di seguito sintetizzate:

1. nella stagione secca e durante periodi di siccità, trattamento della superficie del singolo cumolo e delle strade non asfaltate tramite bagnamento (wet suppression) con acqua, mediante pompa di portata non superiore a 6l/min;
2. costipamento del materiale di risulta utilizzato per rampe e rimodellamenti;
3. eliminazione costante dei residui di tagli (marmettola) sia manualmente che con mezzi meccanici;
4. pulizia frequente dei piazzali con asportazione della marmettola;
5. abbassamento della velocità di traslazione dei mezzi lungo le strade non asfaltate;
6. utilizzo di autocarri muniti di telo di copertura del cassone;
7. lavaggio dei blocchi prima del carico su camion.

