Via Baccio Bandinelli n° 66 54033 CARRARA (MS)

Tel. 0585.53700 Fax 0585.859019

www.eco-gest.net e-mail info@eco-gest.net

Committente:

Società Menegoni S.r.l.

Cava Teso II Bacino Marmifero Acquabianca

Minucciano (LU)

Oggetto:

VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI

POLVERI PROVENIENTI DA ATTIVITÀ DI ESTRAZIONE,

TAGLIO E TRASPORTO DI MATERIALI LAPIDEI

ATTIVITÀ DI ESCAVAZIONE A CIELO APERTO DI PIETRE ORNAMENTALI (MARMI)

Ai sensi del: PIANO REGIONALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE

Carrara lì, 15/10/2022 Versione 1.0

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

1 Sommario

2 Premessa e quadro normativo 3

3 Inquadramento topografico del sito 3

3.1 Ubicazione topografica 3

3.2 Ubicazione catastale 3

3.3 Area in disponibilità 3

3.4 Destinazione d'uso d'area 4

3.5 Descrizione dell'attività e modalità di lavoro 6

4 Parte sperimentale 13

4.1 Granulometria e tessitura della copertura sulle strade di arroccamento 13

5 Applicazione dei modelli di calcolo 14

5.1 1a - Transito mezzi su strade non asfaltate – operazioni cantieri a cielo aperto 14

5.2 2 – Attività aree deposito materiale detritico 16

5.3 3 – Erosione vento 17

5.4 Sistemi di mitigazione delle emissioni 19

6 Conclusioni e tempistica per la realizzazione degli interventi di mitigazione 21

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

2 Premessa e quadro normativo

La presente relazione tecnica descrive i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere (prodotti dall'estrazione di marmo in una cava a cielo aperto) e le azioni ed opere di mitigazione che si possono attuare, anche ai fini dell'applicazione del D.Lgs. n° 152/06 (Allegato V alla Parte 5a, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte I: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti) in attuazione a quanto richiesto da "*Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente*" – DGP 223-09.

I metodi di valutazione proposti nel lavoro provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors1) ai quali si rimanda per la consultazione della trattazione originaria.

3 Inquadramento topografico del sito

3.1 Ubicazione topografica

Cartograficamente l'area di cava è individuata con i seguenti codici di riferimento: Tavoletta IGM, Foglio 96, Quadrante II NW Carta Tecnica Regionale [CTR] scala 1:10.000, sezione n.249070 Coordinate centroide piazzale di cava esistente: X = 1 598 918 [EPSG 3003]; Y= 4 887 210 [EPSG 3003] Si produce elaborato TAVOLA 1 del piano.

3.2 Ubicazione catastale

L'area di cava è localizzata nelle mappe del Catasto del Comune di Minucciano al Foglio n.5, Mappale n.2570, are 49, centiare 60. Si allega elaborato della cartografia catastale, scala 1:1.000, con riportata la posizione del sito estrattivo CAVA TESO 2, con la rappresentazione del tracciato esistente ex Galleria Montecatini e l'esistente viabilità carraia di acceso al sito estrattivo di cava. Si produce elaborato TAVOLA 2 del piano.

3.3 Area in disponibilità

Il progetto di coltivazione si sviluppa nel Foglio n.5 e Mappale 2570. Inoltre il complesso estrattivo di servizio è composto dal Foglio n.5, Mappale nn.2570,2572,2573,2576,2551,2547,2546,3722. Si produce elaborato TAVOLA 2 del piano.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

3.4 Destinazione d'uso d'area

L'area di CAVA TESO 2 è inquadrata nel vigente strumento urbanistico comunale, Variante organica al Programma di Fabbricazione delle zone "D" [approvato con Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 4809 del 24.04.1996], in Area D1: "Zona di coltivazione". Il PABE Acqua Bianca, approvato con Delibera n.8 del Consiglio Comunale di Minucciano del 29.03.2019, ha previsto la ripresa e sviluppo dell'attività estrattiva nell'area di cava TESO 2, come rappresentato nella TAVOLA QPB.1 [Quadro Propositivo di Bacino]. L'area di cava ricade nel territorio del Parco delle Alpi Apuane in Area Contigua di cava [ACC] ai sensi della L.R. 65/97, "ex area A2". Le aree a destinazione estrattiva [D1] presenti nello strumento urbanistico comunale vigente, in applicazione di quanto contenuto nel documento di avvio del procedimento di formazione del Piano Integrato del Parco [PIP], fanno parte del territorio urbanizzato ai sensi dell'art. 224 della l.r. 65/2014, ad eccezione delle cave rinaturalizzate e dei ravaneti rinaturalizzati che sono assimilati a territorio rurale.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Figura 1: inquadramento geografico cava TESO II

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

3.5 Descrizione dell'attività e modalità di lavoro

L'attività consiste nell'escavazione a cielo aperto di pietre ornamentali (Marmi) a seguito della riattivazione di un giacimento dismesso come illustrato:

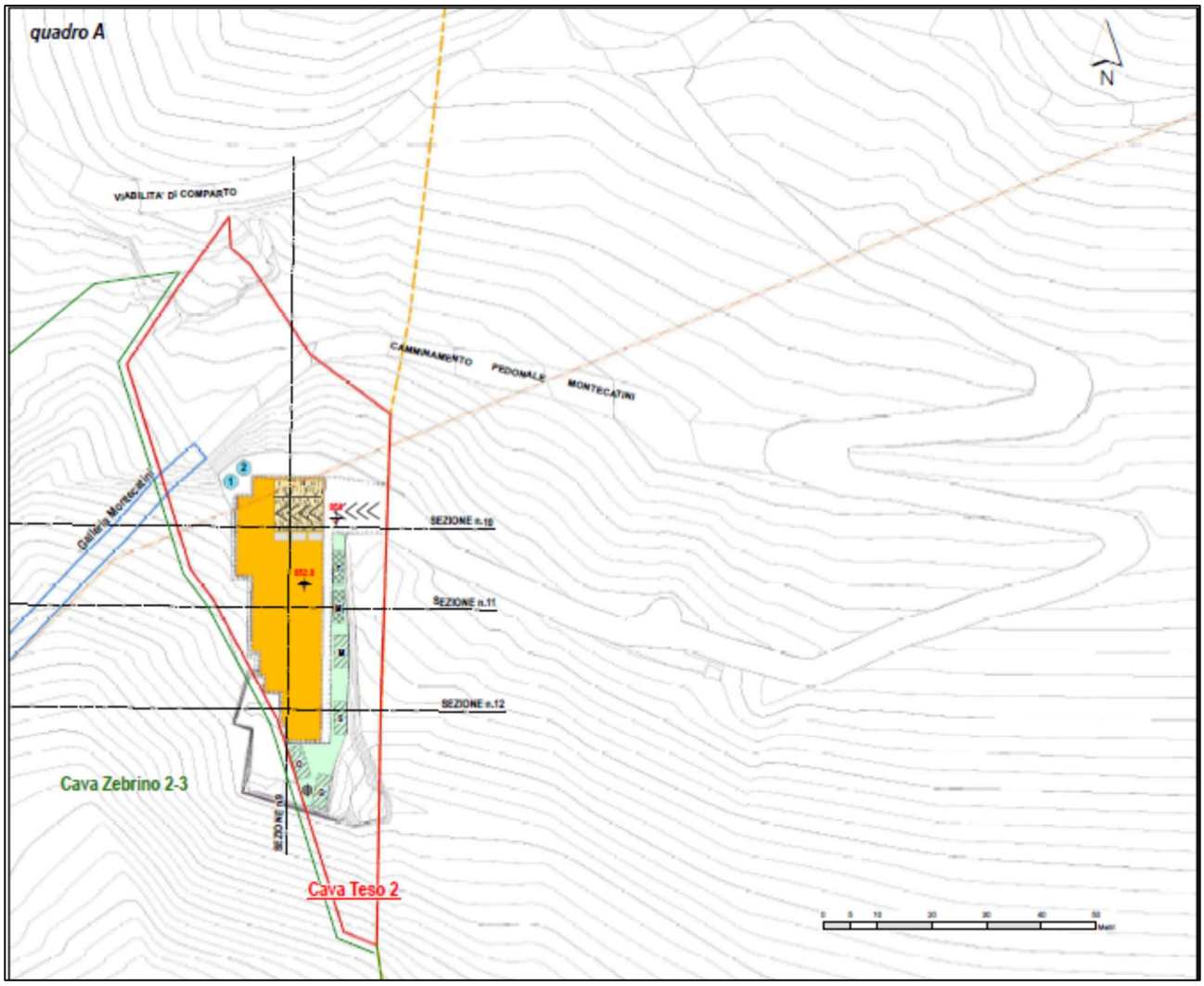


Figura 2: stralcio piano di coltivazione fase finale

Il ciclo produttivo sarà articolato come segue:

La coltivazione del sito estrattivo si attuerà attraverso l'iniziale "*rimozione"* di una porzione residua di ammasso che insiste sul piazzale di cava esistente [q.ta 860 – 873], per poi procedere con l'apertura di una cava a cielo aperto con conformazione a *"pozzo"* che mantiene la geometria ad "anfiteatro", racchiusa s dalla visibilità da tre [3] *"spalle di monte"*, mediante la realizzazione di due [2] successivi "*sbassi "* sovrapposti, di altezza complessiva di mt 7 [primo *"sbasso"* ca 4 mt; secondo "*sbasso* " ca 3 mt].

I fronti di scavo, in relazione alla direzione di sviluppo del giacimento e alle caratteristiche geostrutturali dell'ammasso roccioso, in coltivazione, saranno orientati secondo le direzioni

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

N-S e E-W e avranno una pendenza massima complessiva tale da garantire la stabilità globale del fronte.

In particolare, è previsto di articolare il fronte E della cava su n.2 gradoni (pedata minima di ca 3 e 1.5 m rispettivamente) ottenendo un'inclinazione finale del fronte di ca 75°, al fine di assicurare il mantenimento di un adeguato piede per la porzione di ammasso roccioso in contatto con la superficie strutturale (superficie di contatto tra la marmi s.s. e meteradiolariti), che delimita verso E il giacimento.

Le operazioni di taglio verranno svolte mediante l'utilizzo di tagliatrice a filo diamantato e tagliatrice a catena, mentre l'asportazione del detrito roccioso e terrigeno sarà effettuata attraverso mezzi meccanici.

Non sono previste opere di *"scopertura di cappelaccio di monte"*.

Il ripristino delle zone di lavorazione al termine dell'attività di cantiere, fase cinque [5], consiste nel riportare all'interno della cava a *"pozzo"* materiale derivato commerciale di diversa granulometria per il recupero morfologico del piazzale pre esistente [q.ta860] .

Il progetto di coltivazione mantiene inalterate le caratteristiche infrastrutturali e di visibilità del sito estrattivo in quanto l'area è già dotata di viabilità di accesso, non necessita di nuove opere in aree vergini, la pista di arroccamento interna e i lavori di preparazione avranno un'incidenza minima sull'aspetto del paesaggio percettibile, la **configurazione a *"pozzo"* della cava a cielo aperto al di sotto del piano campagna** , con il mantenimento di un setto di mascheramento esistente nel piazzale di cave e nella viabilità carraia, non incide sulla visibilità complessiva del sito dai vari punti di vista sensibili e circostanti.

- L'orario di lavoro si svolgerà, di norma, nei giorni feriali con inizio alle ore 07.00 e termine alle ore 16.00, nella giornata di sabato vengono normalmente svolte operazioni di manutenzione e piccole riparazioni ove si renda necessario.

Nel corso di precipitazioni piovose/nevose o quando le condizioni meteorologiche siano particolarmente avverse, l'attività estrattiva è sospesa. Detto fattore è di rilevante importanza al fine della successiva valutazione delle emissioni diffuse.

Gli impianti asserviti alle lavorazioni, che saranno composti essenzialmente da macchine per movimento terra, pale caricatrici e apparecchiature per la coltivazione del giacimento, sono tutte del tipo "mobile", poiché debbono seguire gli operatori nel corso delle operazioni d'avanzamento. Il regime di funzionamento delle singole macchine varierà in maniera rilevante in rapporto alle varie fasi di coltivazione del giacimento (costruzione delle strade d'arroccamento, taglio della bancata, spostamento della bancata ecc..). Le lavorazioni

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

saranno svolte a cielo aperto e saranno riconducibili alla movimentazione meccanica (spostamento materiali, carico dei camion), attività di riquadratura mediante macchine per il taglio a filo diamantato e coltivazione diretta delle bancate. È fondamentale, ai fini della valutazione delle emissioni diffuse prodotte, analizzare in maniera puntiforme le varie fasi delle lavorazioni:

1) **Operazioni di manutenzione ordinaria della strada esistente di arroccamento**: viene normalmente utilizzato un escavatore cingolato che procede a velocità estremamente ridotta per compattare il sedime della pista, In questa fase la produzione di polveri diffuse è ridotta e la granulometria del materiale particolato grossolana.
2) **Operazioni di taglio al monte con l'utilizzo di macchine a filo**: per prima cosa vengono effettuati pozzetti e fori utilizzando macchine con utensile diamantato oppure in Widia per permettere il passaggio del filo ed ottenete in questo caso i tagli verticali ed "a schiena", le apparecchiature sono raffreddate con acqua. Il filo diamantato che provvede al taglio della mancata è alimentato da apposito macchinario e raffreddato con acqua per impedire la sinterizzazione del diamante: In questa fase la produzione di polveri diffuse è praticamente nulla in quanto l'aerosol prodotto ricade al suolo entro un raggio di pochi metri dalla sorgente.
3) **Tagli orizzontali della bancata con segatrici a catena diamantata:** utilizzando un' apposito macchinario munito di una sega a catena diamanta funzionante normalmente a secco, vengono effettuati i tagli orizzontale al fine di produrre il distacco della bancata. In questa fase la produzione di polveri diffuse è estremamente ridotta poiché la velocità di taglio è molto bassa ed il particolato prodotto di granulometria grossolana e ricade nelle immediate vicinanze dell'organo di taglio ove viene rimosso manualmente.
4) **Ribaltamento della bancata:** una volta terminati i tagli orizzontali e verticali, dopo aver provveduto all'inserzione delle zeppe , vengo posizionati cuscini metallici entro il taglio "a schiena" (i cuscini saranno poi riempiti d'acqua tramite un compressore e sposteranno in avanti la bancata), la bancata viene afferrata sulla parte superiore dalla benna dell'escavatore cingolato e quindi ribaltata in avanti di novanta gradi. L'operazione è di breve durata e gli spostamenti orizzontali dell'escavatore nonché la caduta della bancata producono scarse quantità di particolato di natura piuttosto grossolana che può ritenersi scarsamente significativo al fine della presente valutazione.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Figura 3: ribaltamento bancata con escavatore

5) **Sezionamento della bancata e movimentazione delle varie porzioni:** la bancata di marmo ora a terra viene porzionata mediante macchine a filo diamantato raffreddate con acqua, pertanto, valgono le considerazioni di cui al punto 2. I pezzi così ottenuti son spostati preso le aree specifiche dove avviene la riquadratura (viene conferita al pezzo forma geometrica e dimensioni tali da poter essere trasportato a valle). La movimentazione avviene tramite pale meccaniche gommate per tragitti significativi (da poche decine a qualche centinaio di metri). La fase di movimentazione dei materiali mediante pala gommata è da considerarsi significativa al fine della valutazione delle emissioni diffuse soprattutto nei mesi che vanno da maggio a settembre dove i residui, impossibili da asportare del tutto, si trasformano in polvere sottile.

Figura 4: trasporto blocchi su pala gommata

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

6) **Fase di trasporto e ridimensionamento volumetrico del detrito**:

la coltivazione di un giacimento di marmo comporta, come inevitabile conseguenza, la produzione di ingenti quantità di detrito formato per lo più da scaglie e piccoli blocchi di dimensioni anche considerevoli (alcune tonnellate), nonché da quelle che sono definite in gergo "terre". Le terre in realtà sono costituite da particelle di carbonato di calcio e fasi fini prodotte dalla disintegrazione dei blocchi di marmo le cui componenti principali posso essere classificate, dal punto di vista granulometrico, in frazioni che vanno dalle sabbie ai limi. Sono proprio questi materiali che, in assenza di precipitazioni, contribuiscono in maniera significativa alla formazione di emissioni diffuse. Il materiale da taglio, art. 2, comma 1, lettera c, p.to 2.1, quale blocco, semi blocco, informe e affini, utile per lavorati, una volta riquadrato viene inviato al deposito a *"valle"* della ditta, filiera corta, presso la zona industriale ZIA, Massa. Il derivato dei materiali da taglio, art. 2, comma 1, lettera c, p.to 2.2, non idoneo alla produzione di blocchi, lastre ed affini, listelli viene temporaneamente *"stoccato"* in area interna di cava per la riduzione in pezzatura minore mediante martellone e caricato con escavatore e ruspa su mezzo dumper, per il trasporto extra sito in stabilimento dedicato (Migra Spa). Il deposito provvisorio [art.14 NTA] del derivato dei materiali da taglio è temporaneo ed il materiale circolante è stoccato per un periodo inferiore alla durata di 12 mesi. Nella TAVOLA 11 (AMD) e TAVOLA 11.1 (EMISSIONI IN ATMOSFERA) DEL Piano di Coltivazione sono indicate le aree di trattenuta delle acque meteoriche incidenti nella superficie di cava, le vasche di raccolta del sedimento trasportato e l'area di stoccaggio giornaliero per la gestione dei derivati, che in funzione dell'avanzamento dell'attività estrattiva e delle specifiche condizioni logistiche saranno localizzate in aree diverse del cantiere e comunque all'interno di piazzali di lavoro e con un volume massimo stimato pari a 500 mc. Il derivato prodotto è quotidianamente caricato su mezzo *"telonato"*, ditte terze, con l'impiego di pala gommata per il trasporto verso il vicino impianto di raccolta/trasformazione a valle e la successiva commercializzazione (Migra Spa). Le attività di movimentazione del detrito in cava saranno svolte con i mezzi della Società, le attività di trasformazione potranno essere affidate anche a ditte esterne come eventualmente il trasporto a valle.

7) **Utilizzo delle discariche (ravaneti):** non son presenti discariche o ravaneti che insistono nell'area di cava.
8) **Viabilità di cava, trasporto blocchi e detrito**:

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

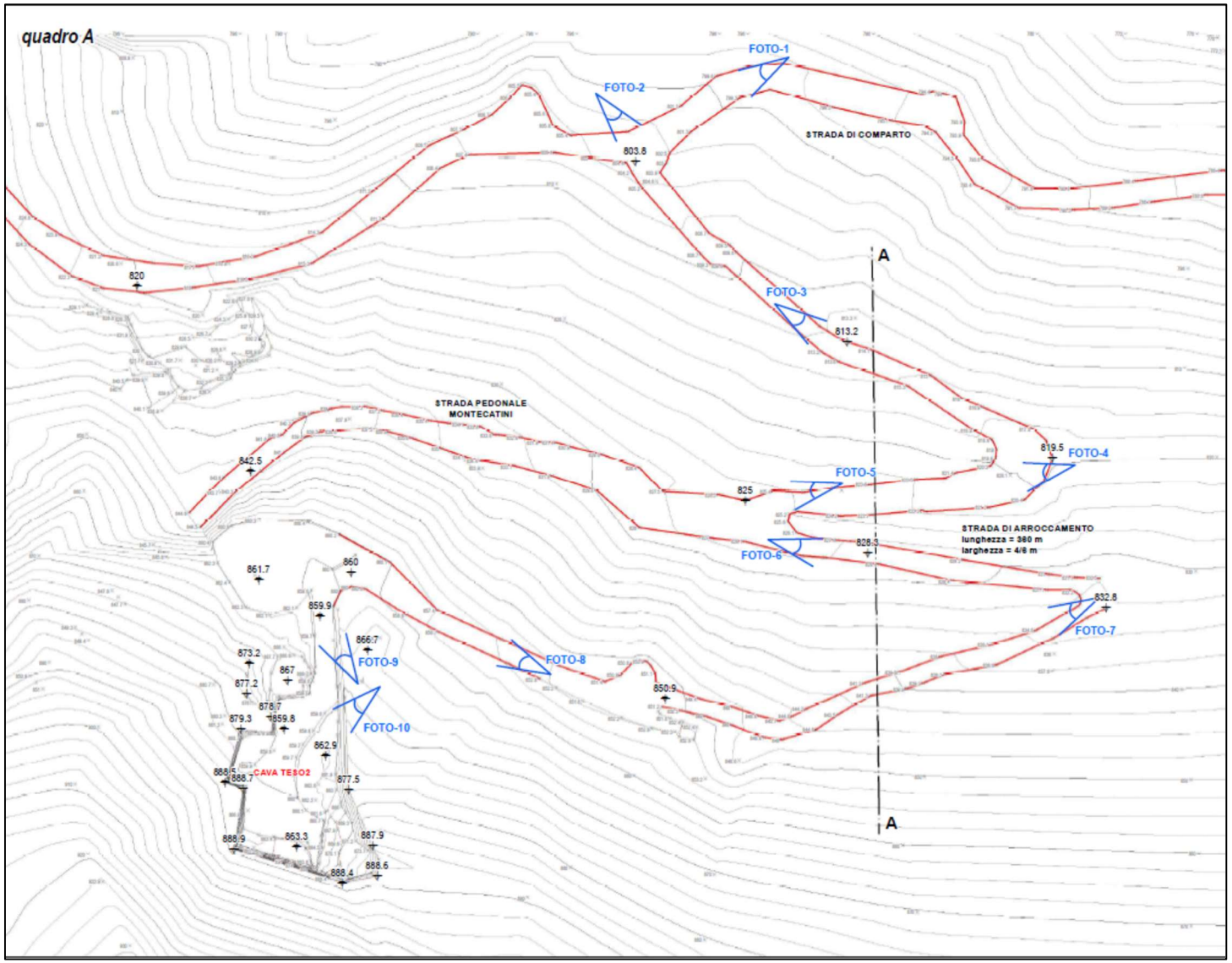


Figura 5: viabilità Cava TESO 2

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

9) **Stoccaggio materiale in cumuli**: Il derivato dal materiale da taglio ornamentale, avendo anche un mercato e un'impresa locale di commercializzazione (Migra Spa), non viene ascritto alla categoria del rifiuto ai sensi della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e D.Lgs.117/2008. Il derivato del materiali da taglio, Art. 2 Comma 1, lett. C, punto 2.2, LRT 35/2015, è *"... materiale proveniente dalla coltivazione di cave di materiali per uso ornamentale, a cui è connesso per dislocazione e contiguità, non idoneo alla produzione di blocchi, lastre ed affini, listelli, nonché materiali di sfrido della riquadratura e del taglio effettuato in cava, destinato alla commercializzazione e oggetto dell'autorizzazione per l'esercizio dell'attività estrattiva e del progetto di coltivazione che ne stima le quantità",* con destinazione commerciale in cicli produttivi industriali. Non essendo classificato come rifiuto non sono previste metodologie di trasporto specifiche, strutture di deposito dedicate o modalità di gestione e controllo specifiche, monitoraggio e verifica della stabilità e degli effetti negativi degli stessi sull'ambiente e/o la salute umana. Il materiali residuo di produzione e riciclo delle ARL o della pulizia dei piazzali e delle vasche AMD è classificato rifiuto, codice CER 010413, ed avviato ad impianto extra cantiere per la gestione e il trattamento ai sensi del D.Lgs 152/2006. La Ditta richiede nel periodo di esercizio di cava l'autorizzazione al deposito temporaneo di ca **500 mc,** di materiale derivato commerciale "*circolante"* non idoneo alla produzione di blocchi, lastre ed affini, listelli. L'area di stoccaggio, opportunamente sigillata tramite cementazione con materiali elastici o con tendenza ad espandersi e *"cordolata"*, garantisce la stabilità fisica del detrito e previene l'inquinamento o la contaminazione del suolo e delle acque sotterranee o di superficie. Riferimento cartografico TAVOLA 11.1 del Piano di Coltivazione. Nella TAVOLA 11 (AMD) e TAVOLA 11.1 (EMISSIONI IN ATMOSFERA) sono indicate le aree di trattenuta delle acque meteoriche incidenti nella superficie di cava, le vasche di raccolta del sedimento trasportato e l'area di stoccaggio giornaliero per la gestione dei derivati, che in funzione dell'avanzamento dell'attività estrattiva e delle specifiche condizioni logistiche saranno localizzate in aree diverse del cantiere e comunque all'interno di piazzali di lavoro. Il derivato prodotto è quotidianamente caricato su mezzo *"telonato"*, ditte terze, con l'impiego di pala gommata per il trasporto verso il vicino impianto di raccolta/trasformazione a valle e la successiva commercializzazione (Migra Spa). Le attività di movimentazione del detrito in cava saranno svolte con i mezzi della Società, le attività di trasformazione potranno essere affidate anche a ditte esterne come eventualmente il trasporto a valle.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

4 Parte sperimentale

4.1 Granulometria e tessitura della copertura sulle strade di arroccamento

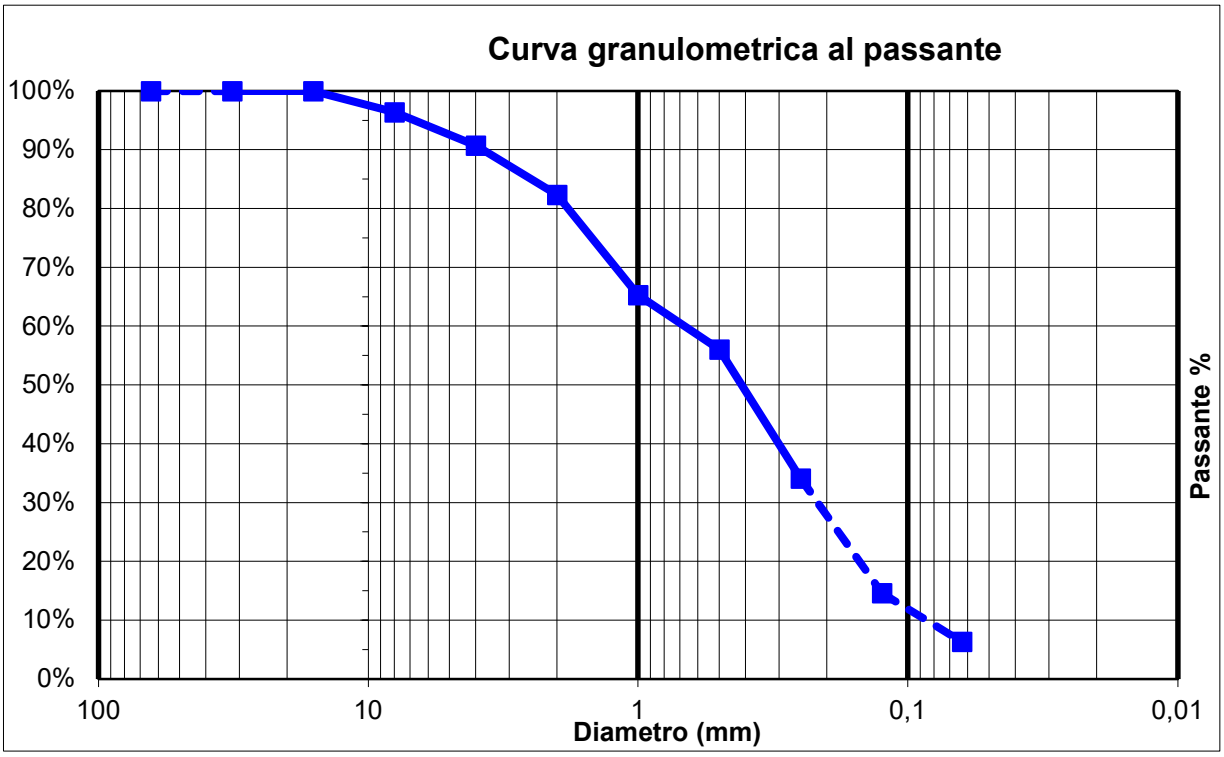
L'applicazione del modello matematico di ricaduta del materiale particolato prevede, al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, quale dato di input l'introduzione della frazione limosa (s) come percentuale in massa. Non essendo disponibili dati in letteratura ho provveduto al campionamento di cinque aliquote di copertura stradale raccolte in vari punti per poi procedere con l'analisi granulometrica secondo la Norma UNI EN 933-1.

SITO DI CAMPIONAMENTO:	Cava Teso 2 (per assimilazione)
Punto di prelievo	Fondo strade di arroccamento
N° prot. campione:	1
Data di campionamento:	16/10/2022

phi	Diametro setaccio (mm)	Trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Trattenuto cumulato (%)	Passante cumulato (%)	range
-6	64	0,0	0,0%	0,0%	100,0%	<-6
-5	32	0,0	0,0%	0,0%	100,0%	[-6;-5]
-4	16	0,0	0,0%	0,0%	100,0%	[-5;-4]
-3	8	31,6	3,6%	3,6%	96,4%	[-4;-3]
-2	4	49,2	5,7%	9,3%	90,7%	[-3;-2]
-1	2	73,1	8,4%	17,7%	82,3%	[-2;-1]
0	1	148,2	17,0%	34,7%	65,3%	[-1;0]
1	0,5	80,6	9,3%	43,9%	56,1%	[0;1]
2	0,25	191,2	22,0%	65,9%	34,1%	[1;2]
3	0,125	169,6	19,5%	85,4%	14,6%	[2;3]
4	0,063	72,1	8,3%	93,7%	6,3%	[3;4]
Passante al 0.063 mm		55,2				
Totale analizzato (g)		870,8				

I dati riportati in tabella derivano da uno studio effettuato negli anni 2021-2022 su strade di arroccamento asservite a siti estrattivi localizzati nel Bacino di Carrara. Il valore della frazione siltosa pari al 6,3% è la media di n. 15 campioni.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2



La frazione inferiore (passante) a 0,063 mm, denominata “massa dei fini” nella Noma UNI sopra citata, risulta pari all’6,3%.

5 Applicazione dei modelli di calcolo

5.1 1a - Transito mezzi su strade non asfaltate – operazioni cantieri a cielo aperto

Il transito di automezzi su strada non asfaltata può determinare un’emissione diffusa di polveri che è in 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:

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

dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);
- W = peso medio del veicolo;
- EF = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

- Ki, ai, bi = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato (vedi tabella seguente).

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM_{10}	0.423	0.9	0.45
PM_{25}	0.0423	0.9	0.45

Valori dei coefficienti Ki, ai, bi 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, Ei, 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:

$$E_i = EF_i \times kmh$$

dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- *kmh* = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Nelle linee guida ARPA si specifica che l'espressione indicata 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 medio all'interno dell'intervallo 12-22%. La stima delle emissioni polverulente generate da tale attività nei cantieri a cielo aperto è stata effettuata utilizzando i seguenti valori/assunzioni, considerando quindi che i mezzi transitino, a partire dai punti indicati nelle planimetrie dove il materiale viene stoccato temporaneamente:

- Durata annuale = 220 giorni lavorativi;
- Volume totale annuale massimo scavato al monte = 6700 mc (sino alla Fase 4);
- Peso totale annuale di materiale da movimentare (sino a fase 5 compresa) = 5400 tonn (considerando un peso specifico medio del marmo paria a 2,7 tonn/mc per i

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

blocchi commerciabili e 1,8 tonn/mc per i derivati, comprensivo degli spostamenti interni);

- Portata camion = 30 t;
- Numero medio di transiti giornalieri = 2 (arrotondato per eccesso)[1];
- Numero di transiti all'ora: 0,2;
- Ki, ai, bi = 0,423, 0,9 e 0,45; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il particolato PM_{10};
- s = 6,3%; la percentuale scelta per il contenuto di silt della superficie stradale (Valore sperimentale, si veda paragrafo precedente);
- W = 30 t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico (46 t) e quella a vuoto (16 t) 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 = 370 (sola tratta di andata o ritorno) m circa; tale distanza corrisponde alla lunghezza media delle tratte percorse da ciascun camion su strada non asfaltata sino a raggiungere il punto di carico.

Applicando le due formule indicate 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 impiegato all'interno dell'area che risulta pari a **E_{TM} = 116,82 g/h**.

5.2 2 – Attività aree deposito materiale detritico

La produzione di polveri legata all'attività di movimentazione, carico e scarico del materiale, viene stimata utilizzando la seguente formula empirica (eq.6: EPA, AP-42 13.2.4):

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

dove:

- E = fattore di emissione di particolato (kg/t);

[1] Tabella pagina 29 della Relazione Tecnica allegato 4 del Piano di Coltivazione.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

- k = parametro dimensionale (dipendente dalla dimensione del particolato stimato);
- U = velocità media del vento (m/s);
- M = umidità del terreno (%).

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato nella tabella seguente e da cui è possibile desumere che per la definizione della produzione di PM10 il valore di k è pari a 0.35.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 µm 0,74	< 15 µm 0,48	< 10 µm 0,35	< 5 µm 0,20	< 2,5 µm 0,053

Le linee guida propongono la relazione che esprime il fattore di emissione valido nel periodo diurno:

$$E = k * (0{,}0058) * (M)^{-1{,}4}$$

Prendendo per l'umidità del materiale un valore di 4%, pari a ca. il valore massimo di quello indicato nel range di contenuto di umidità proposto dal documento EPA in considerazione che da progetto è prevista la bagnatura del materiale, e applicando l'equazione sopra riportata si stima un fattore emissivo pari a 0,291 g/t . Da progetto si prevede la movimentazione di ca. 109.620 t di materiale inerte da movimentare ogni anno da cui consegue una stima di emissione oraria di PM10 pari a **E_{AAD} = 2,10 g/h**.

5.3 3 – Erosione vento

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Tale fenomeno è descritto all'interno della AP-42, paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" e le emissioni da esso determinate, sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. Nel presente documento è stato applicato l'approccio delle Linee Guida che considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse e calcolano il rateo emissivo orario con la seguente espressione:

$$E_i(Kg/h) = EF_i * a * movh$$

dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

- movh = numero di movimentazioni/ora;
- a = superficie dell'area movimentata (m^2);
- $EF_{i, l, m}$ = fattore di emissione areali dell'i-esimo tipo di particolato (kg/m^2).

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità, inoltre, si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Dai valori di: *altezza del cumulo* (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m, e *diametro della base D in m*, si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

Cumuli alti H/D > 0,2	
	EF_i (Kg/m^2)
PTS	1.6E-05
PM_{10}	7.9E-06
$PM_{2.5}$	1.26E-06
Cumuli bassi H/D ≤ 0,2	
	EF_i (Kg/m^2)
PTS	5.1E-04
PM_{10}	2.5E-04
$PM_{2.5}$	3.8E-05

Nel progetto il quantitativo massimo di materiale detritico da stoccare nelle apposite aree è stato stimato in circa. 500 m^3. In questa aree il detrito sarà disposto in cumuli con un'altezza massima pari a 6 metri. Si precisa che la superficie dei cumuli sarà caratterizzata da una disponibilità finita di materia erodibile che una volta terminata farà sì che il cumulo stesso non generi più emissioni polverulente a meno che non sia nuovamente movimentato. Il numero di movimentazioni orarie che verranno eseguite sul cumulo stesso è stimato in 5 valutato sulla base delle ore lavorative previste e del materiale da mettere a parco.

Per il calcolo del fattore di emissione areale, EF_i (kg/m2), viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Date le caratteristiche del cumulo ipotizzato (H/D ≤ 0,2) il fattore di emissione areale di PM_{10} utilizzato riferito a ciascuna movimentazione, è pari a 2,5 x 10^{-4} (kg/m2).

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Applicando la formula si è ottenuto il valore di emissione totale di polveri indotta dall'erosione del vento dai cumuli pari a **E_{EV} = 0,63 g/h.**

Valutazione della significatività delle emissioni

Nel seguito si riporta la valutazione della significatività delle emissioni diffuse precedentemente quantificate. In particolare, la procedura di valutazione della compatibilità ambientale delle emissioni di polveri diffuse è stata effettuata sulla base dell'Appendice C all'Allegato 2 della DGP 213 del 03/11/2009 che fornisce valori di soglia di emissione di PM10 in relazione alla distanza del recettore più prossimo alla sorgente.

Le emissioni di polveri, precedentemente calcolate, sono riportate di seguito espresse in g/h per ciascuna operazione considerata nell'analisi.

Dunque, si ha:

- **E_{TM}** (Transito Mezzi - operazioni cantiere a cielo aperto) = **116,82 g/h**
- **E_{AAD}** (Attività Deposito Detritico) = **2,10 g/h**
- **E_{EV}** (Erosione Vento) = **0,63 g/h**

Da cui si ricava il peso orario totale stimato di ***E_{tot} = 119,54 g/h***

5.4 Sistemi di mitigazione delle emissioni

Al fine di ridurre le emissioni di polveri della singola attività descritta, si ritiene opportuno inumidire i cumuli temporanei tramite bagnamento, soprattutto nei periodi più secchi dell'anno, così da limitare la dispersione di polveri dovute all'attività di deposito detritico e all'erosione dal vento. Si precisa che queste soluzioni vengono già adottate da tempo nel comprensorio carrarese come buona prassi. Per quanto riguarda il transito su strade sterrate, che risulta essere il contributo principale alla produzione di polveri, oltre alla ridotta velocità dei mezzi (sempre inferiore ai 30 km/h, anche per via delle pendenze delle strade di arroccamento) verrà praticato il bagnamento delle superfici mediante un sistema di innaffiatori. Grazie a queste prassi si stima di ridurre di circa l'85-90% il quantitativo di polveri lungo le piste di arroccamento.

Tale valore nasce dall'applicazione proposta dalle linee guida della formula di Cowherd:

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

$$C(\%) = 100 - \frac{(0{,}8 * P * trh * \tau)}{I}$$

dove :

- *C* efficienza di abbattimento del bagnamento (%)
- *P* potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h)
- *trh* traffico medio orario (h^{-1})
- *I* quantità media del trattamento applicato (l/m^2)
- *τ* intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Per quanto riguarda il valore di *P*, le linee guida consigliano in assenza di dati reali (difficili da reperire come in questo caso) di utilizzare il valore *P* =0,34 mm/h, ricavato dal caso-studio riportato nel rapporto EPA (1998[a]). Le linee guida propongono altresì tre tabelle esemplificative al variare del traffico medio orario *trh* individuando tre intervalli di valori *trh<5, thr tra 5-10 e trh>10.* Per la cava in esame il *trh* totale, inteso come somma dei cantieri, risulta essere 0,2 viaggi/h (2 viaggi giornalieri / 8h lavorative), quindi si può utilizzare la tabella relativa al valore di *trh < 5*.

Si riporta la Tabella 11 delle linee guida relativa a *trh < 5.*

Quantità media del trattamento I (l/m²)	***Efficienza di abbattimento C***				
	50%	***60%***	***75%***	***80%***	***90%***
0,1	5	4	2	2	1
0,2	9	8	5	4	2
0,3	14	11	7	5	3
0,4	18	15	9	7	4
0,5	23	18	11	9	5
1	46	37	23	18	9
2	92	74	46	37	18

Tabella: intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive τ(h) per trh < 5

La quantità media di acqua spruzzata lungo le strade sterrate di accesso ai cantieri sarà di circa *I* = 0,5 l/m^2 e supponendo un'efficienza di abbattimento di ca. l'90% si ottiene dalla tabella che l'intervallo di tempo tra due applicazioni successive *τ(h)* dovrà essere di **5 h, vale a dire una/due bagnature al giorno**.

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2

Con i medesimi valori riportati sopra si ha con l'applicazione della formula di Cowherd un valore di C = 97,39% , leggermente più cautelativo, per cui si ha un valore delle emissioni di polvere **E_{TM} rid = 3,05 g/h**.

Per quando riguarda la fase di stoccaggio, visto il minore contributo dato al valore finale delle emissioni prodotte, si ritiene opportuno sottostimare l'efficienza della bagnatura considerandola al 50% ed ottenendo così il valore:

$$E_{AAD}\ rid = 1{,}05\ g/h$$

Come descritto in precedenza, in ragione dell'estensione dell'area estrattiva, del tipo di attività svolta e del numero dei veicoli che transiteranno in tale zona, il progetto prevede l'impiego di opportuni sistemi di abbattimento delle polveri applicati a ciascuna delle fonti di emissione analizzate. Dall'insieme degli accorgimenti descritti e messi in pratica durante tutto il ciclo lavorativo della cava si stima di conseguire un abbattimento delle emissioni polverulenti in accordo con quanto suggerito dalle Linee Guida, le cui percentuali di abbattimento sono ragionevolmente comprese tra il 70 - 75%. Il valore complessivo delle emissioni diffuse totali per effetto dei sistemi di abbattimento riportati sopra sarà di:

$$E_{tot}\ rid = 4{,}72\ g/h$$

La bagnatura delle strade e dei cumuli sarà effettuata con impianto mobile, di prassi, dal mese di maggio sino al mese di settembre. Al di fuori del suddetto periodo sarà effettuata ogni qualvolta si renda necessario (siccità prolungata).

6 Conclusioni e tempistica per la realizzazione degli interventi di mitigazione

L'impianto di irrigazione mobile, collocato sul mezzo (pik-up) é munito di botte di accumulo e spruzzatori; in esercizio sino dalla FASE 1 del progetto.

Riguardo alla tratta stradale di comparto (ad uso comune di più cave), non trattata nel modello di calcolo, la Società esercente la Cava TESO 2 continuerà a svolgere attività di manutenzione ordinaria per quanto di competenza.

Il Tecnico Dott. Giovanni Gatti
(Documento formato elettronicamente)

* Copia conforme all'originale * Parco Regionale Alpi Apuane, Prot. 0004798 del 05-11-2022 in arrivo Cat.3 Cla. 2