

OGGETTO:

Variante al progetto di coltivazione della cava Faniello, Comune di Stazzema
ai sensi della L.R.35/2014, Disciplina del PIT e L.R.10/2010
in conformità al PABE Scheda 8 – Bacino Monte Macina



COMMITTENTE:
Versilia Marmi s.r.l.
Via I. Cocchi
54033 Avenza Carrara (MS)

PROGETTISTA:
Eurogeologo Vinicio Lorenzoni

TITOLO DELL' ELABORATO:

Valutazione delle emissioni di polveri
derivanti dall'attività di cava di progetto



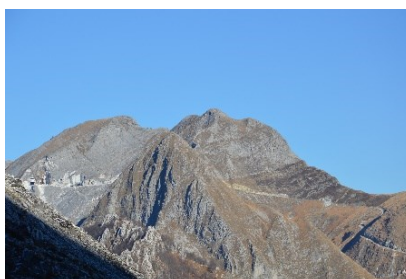
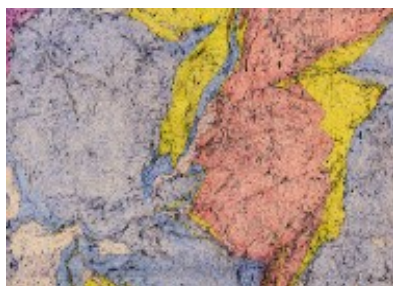
Data e luogo di
emissione

Querceta, luglio 2026

Riferimento
Elaborato

Q

Geol. Vinicio Lorenzoni
Studio di geologia tecnica ambientale e mineraria



Sommario

Premessa	3
1. Attività produttiva	3
1.1 Ciclo produttivo	3
1.2 Depositi	3
1.3 Movimentazioni interne	3
2. Recettori	4
3. Modalità di emissioni in atmosfera	5
4. Valutazione delle emissioni di polveri	5
5.1. Sorgenti delle emissioni delle polveri	6
5.2 Stima dei fattori di emissione	6
5. Compatibilità delle emissioni	8
6. Modalità operative per il contenimento delle emissioni diffuse	9
7. Conclusioni	9

Premessa

Per la valutazione delle emissioni di polveri ci si è riferiti alle “Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto carico o stoccaggio di materiali polverulenti” emesso Regione Toscana.

Il suddetto documento che si riferisce essenzialmente al processo di produzione di inerti è stato utilizzato come riferimento generale cercando di adattarlo al processo produttivo specifico della cava Faniello nel Comune di Stazzema. Verrà quindi prima definito il ciclo produttivo specifico analizzando le potenziali emissioni in atmosfera. La società ha presentato domanda di voltura dell’Autorizzazione alle emissioni in atmosfera DD4255/2012, del 13.12.2012 alla Regione Toscana con pratica SUAP nr. 4771, prot. regionale AOOGR/509958/P050 datata 01/02/2017, avendo ricevuto dalla regione conferma del recepimento della variazione della societaria, con l’obbligo di rispettare quanto contenuto nella DD 4255/2012. La Regione non ha rilasciato formale voltura di autorizzazione, ma preso atto della variazione della società che gestisce l’attività estrattiva.

1. Attività produttiva

1.1 Ciclo produttivo

La cava Faniello è una cava attiva ed autorizzata dal PAUR n.6/2022 coltivata a cielo aperto per la produzione di blocchi di marmo ornamentale di varietà commerciale Arabescato Faiello e venato Faniello. La coltivazione della cava avviene per splateamenti progressivi a fronte unico per ribassamento del piazzale di lavoro lasciando dei gradoni di sostegno e sicurezza verso la zona nord e est del giacimento. I pannelli di coltivazione verranno sezionati con filo diamantato e catena diamantata dopo aver praticato dei fori con perforatrice ad acqua per il passaggio del circuito di taglio. Il filo diamantato richiede l’uso di acqua per il raffreddamento dell’utensile, mentre la catena non necessita di acqua essendo la rotazione lenta e la catena lubrificata con grasso biodegradabile. Il riquadro dei banchi avviene con filo diamantato e successivamente con terna che monta una catena diamantata che non necessita di acqua di raffreddamento. La polvere viene creata dal taglio a secco, ma il residuo di taglio ha dimensioni di alcuni millimetri e quindi non soggetto a dispersione in atmosfera in assenza di vento. Il taglio a filo usando acqua per il raffreddamento dell’utensile non produce quantità significative di polvere.

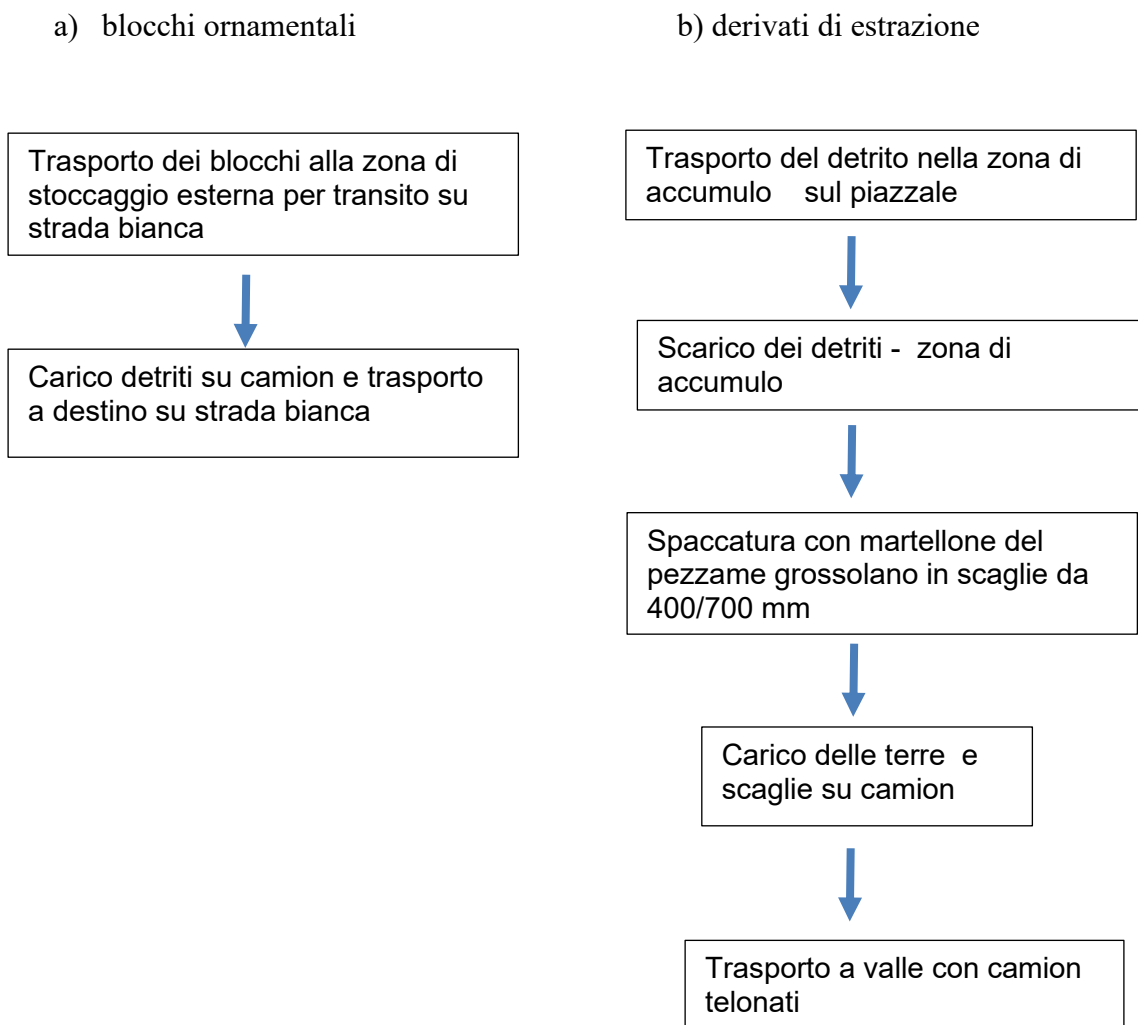
1.2 Depositi

Sul piazzale verrà accumulato per un periodo limitato a una o due settimane il materiale detritico, derivati di estrazione che andrà portato a valle, mentre il materiale lasciato nel sito estrattivo, come rifiuto di estrazione verrà portato all’interno della galleria C5/C7 immediatamente dopo la sua produzione, senza accumulo sul piazzale.

1.3 Movimentazioni interne

Il materiale inerte verrà portato alla zona di stoccaggio definitivo con una pala meccanica che percorrerà un tratto di circa 40 m. Analogamente i blocchi di pietra ornamentale saranno portati nella zona di carico e caricati su camion per il trasporto a valle lungo la viabilità bianca, di comparto, in collegamento con la strada asfaltata comunale di Arni, per proseguire sulla provinciale SP 13 in direzione Seravezza, per arrivare al deposito dell’azienda ubicato nel Comune di Carrara. Il trasporto dei blocchi comporta emissioni in atmosfera per il sollevamento della polvere lungo la viabilità non asfaltata. Il volume estratto non avrà alcuna influenza sulle emissioni in atmosfera, in quanto il taglio avviene con acqua, quando si usa il filo diamantato o a secco ma con produzione di materiale da taglio di dimensioni di 1/3 mm di non facile dispersione in atmosfera con vento poco intenso o assente. In caso di forte vento le attività di taglio saranno interrotte.

SCHEMA DEL CICLO LAVORATIVO CON EMISSIONI IN ATMOSFERA



2. Recettori

I recettori più prossimi sono rappresentati nella tavola 1 e costituiti dalle abitazioni del paese di Arni che dista in linea d'aria circa 835 m dal punto di emissione delle polveri. Nella tabella successiva le valutazioni di probabilità, la Vulnerabilità ed il rischio che questi recettori possono subire in conseguenza delle emissioni di polveri prodotte nel ciclo produttivo.

Recettore	Distanza m	esposizione	P	V	R
Paese di Arni	787	Il recettore si trova ad una quota altimetrica di 950 m, mentre la fonte di emissione è situata a circa 1165/1169 m. Tra la fonte ed il recettore è presente un crinale secondario non boscato.	2	3	2

I valori di Probabilità, Vulnerabilità e Rischio definiti nel modo seguente:

-- Probabilità che le polveri raggiungano il paese di Arni:

0= nessuna possibilità

1=altamente improbabile

2=possibile, ma trascurabile

3=possibile per quantitativi molto contenuti

4= possibile per quantitativi significativi

5=molto probabile
6= certo

-- Per quanto riguarda la vulnerabilità possiamo indicare i seguenti valori:

1= edificio diroccato
2=abitazione
3= nucleo abitato
4=centro urbano

-- Per quanto attiene al Rischio R che deriva dalla matrice combinando P/V alla probabilità che un evento accada, abbiamo usato la seguente scala di valori:

0= nullo
1=molto basso
2=basso
3=medio
4= elevato

P/V	1	2	3	4
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	1	1	2
3	0	2	2	3
4	1	3	3	4
5	2	4	4	5
6	3	5	5	5

5=molto elevato

Dalla combinazione matriciale il Rischio risulterebbe basso, tuttavia bisognerebbe a nostro giudizio utilizzare un valore di rischio nullo, in quanto la distanza è superiore a 700 m e la propagazione e diffusione delle polveri in assenza di ostacoli non supera in genere il centinaio di metri.

3. Modalità di emissioni in atmosfera

Le polveri che si originano nel processo produttivo della cava Faniello sono definibili per granulometria come limi sabbiosi o sabbie arrivando nel caso delle frazioni tagliate con catena diamantata all'ordine dei 2/3 mm, quindi raggiungendo in questo caso anche la classe definita come ghiaia (tra 2mm e 60 mm). I processi che producono le polveri con emissioni in atmosfera sono i seguenti:

- Trasporto dei detriti e delle terre dalla zona di produzione alla galleria C5/C7;
- Scarico dei derivati di estrazione nel deposito provvisorio;
- Frammentazione della roccia nel caso di rottura con martellone (max 30 % del volume dei derivati)
- Carico dei camion con scaglie e terre;

Il sollevamento della polvere è invece provocato dai seguenti agenti, in ordine di importanza e frequenza:

- Movimentazione delle scaglie e terre;
- Vento;
- Trasporto a valle lungo viabilità non asfaltata.

Il processo produttivo e di trasformazione dei prodotti in cava non comporta emissioni continue e concentrate e quindi la necessità di disporre di camini o di autorizzazione alle emissioni concentrate e ciò ci consente di omettere ogni analisi relativa a impianti di trasformazione e movimentazione puntuale dei prodotti e quindi delle relative emissioni di materiali pulverulenti., quali tramogge, silos di accumulo, aree di stoccaggio di prodotti pulverulenti ecc.

4. Valutazione delle emissioni di polveri

La valutazione delle emissioni di polveri in atmosfera è stata eseguita seguendo, per quanto attinente il ciclo produttivo le "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri e provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali pulverulenti" proposte da Regione Toscana derivate dai modelli della US-EPA (AP-42 Compilation of Air Emission Factors). La metodica è riferita alla produzione di inerti e non specificatamente alla coltivazione di pietre ornamentali e quindi è stata adattata al ciclo produttivo per quanto possibile e ritenuto corretto dallo scrivente.

5.1. Sorgenti delle emissioni delle polveri

Le sorgenti di polvere diffusa individuate nelle linee guida, non corrispondono esattamente alla metodologia estrattiva dell'area in oggetto, in quanto si tratta di una cava con produzione di blocchi di marmo e non di inerti, in cui non è presente il processo di frantumazione e macinazione della roccia, ed essendo una cava attiva da molti anni non è presente neppure lo "scotico e sbancamento superficiale".

Le sorgenti di emissioni delle polveri per il ciclo produttivo della cava Faniello e corrispondenti e quelle delle *Linee guida* sono le seguenti:

- Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4)
- Erosione del vento dei cumuli (AP-42 13.2.5)
- Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2)
- Stesa di materiale su piazzale esterno SCC3-05-010-45,

A queste sorgenti si aggiunge con le dovute differenze di metodo estrattivo:

- Frantumazione con martellone dei blocchi di maggiore dimensione e produzione di blocchi con dimensioni >500 mm (max 30% dei detriti prodotti).

Per quanto possibile si sono adottati i codici SCC (Source Classification Codes) relativo alle sorgenti di emissioni delle AP-42.

Il processo produttivo, come detto in precedenza, ha come obiettivo la produzione di blocchi di geometria e dimensioni che rientrano nei parametri delle Pietre Ornamentali e per le quali viene impiegato un metodo di coltivazione che non prevede l'uso di esplosivo né la perforazione come metodologia di estrazione, essendo la prima del tutto assente e la seconda decisamente limitata come impiego. Le attività di taglio avvengono essenzialmente a cielo aperto, ma le emissioni in atmosfera sono limitate, utilizzando acqua per il taglio a filo e inumidendo la zona di taglio durante il taglio a secco con catena, per evitare la dispersione di polvere.

Le attività che producono polvere nel processo produttivo e che valuteremo sono quindi le seguenti :

N	Attività	Descrizione
1	Trasporto degli inerti dalla zona di produzione alle gallerie C5/C7	Per la movimentazione dei detriti dalla cava alla zona di stoccaggio sarà utilizzata una pala gommata Per il trasporto dei detriti a valle saranno utilizzati camion trazione a 4 assi che percorrono la strada bianca di comparto sino al paese di Arni.
2	Scarico	Lo scarico dei materiali nel deposito temporaneo dei derivati di estrazione .
3	Vento	Il vento può causare il sollevamento della polvere dal piazzale, dalle strade e dai depositi.
4	Frantumazione	Spaccatura delle rocce più grosse in scaglie >500 mm (max 30%)
5	Stesa del materiale	Il materiale per i rinterri finali viene steso con escavatore e pala meccanica sul piazzale principale.

Come detto in precedenza si trascurano le attività occasionali e secondarie, come la perforazione di fori per la infissione di barre di consolidamento, l'utilizzo potenziale, ma non certo di esplosivo, le cui emissioni rientrano comunque nelle approssimazioni del metodo di valutazione.

5.2 Stima dei fattori di emissione

In base alla tipologia di attività ed in base alle volumetrie di produzione previste nel progetto di coltivazione, nella tabella che segue vengono analizzate e quantificate le emissioni in atmosfera emesse dalle precedenti sorgenti.

N	Azione	Codice o Nota	EF per PM ₁₀
1	Scarico inerti nel deposito temporaneo	Formazione e stoccaggio dei cumuli (AP-42 13.2.4) Si adotta il codice SCC 3-05-020-31	8x10 ⁻⁵ Kg/mg
2	Carico degli inerti da deposito temporaneo a camion	Si adotta il parametro codice 3-05-020-32 delle Linee Guida, che tuttavia è più penalizzante in quanto si riferisce al carico di materiale da nastro trasportatore quindi da materiale con granulometrie e quantità di polvere	5x10 ⁻⁵ Kg/mg
3	Trasporto	L'emissione del particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si valuta secondo la formula indicata al punto 1.5 delle Linee Guida, ossia $EF_i(kg/km) = k_i(s/12)^{a_i} (W/3)^{b_i}$, dove i = particolato (PTS, PM ₁₀ ; Pm _{2,5}) s = contenuto in limo del suolo in %, W = peso medio del veicolo in ton, k_{1a_i} e b_i sono costanti empiriche che variano a seconda del tipo di particolato, come indicato nella tabella 8 delle Linee Guida. Il peso del mezzo W deve essere calcolato sulla base del peso a pieno carico e a vuoto e la relazione è valida per veicoli con peso medio inferiore a 260Mg e velocità inferiore a 69 km/h. Per la determinazione dell'emissione finale si deve considerare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo è quindi richiesto il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero delle ore lavorate. Per il contenuto del limo nel sottofondo stradale si considera il valore del 5%, mentre il peso medio dei camion è di circa 16 ton a vuoto e 46 ton a pieno carico considerando un peso medio di 31 ton (media tra blocchi e derivati). Sostituendo i valori indicati si ha: $EF_i(kg/km) = 0,54$. Per il calcolo dell'emissione finale è necessario determinare la lunghezza del percorso di ciascun camion riferito all'unità di tempo. Dalla formula $E_i = EF_i \times Km/h$, come a cui che si può utilizzare come mitigazione l'effetto delle precipitazioni secondo l'espressione $EF(EXT,i(kg/h)) = EF_i((365-gp)/365)^n$, essendo gp il numero di giorni all'anno con almeno 0,245 mm di precipitazione. Utilizzando le stime pluviometriche contenute nell'Elaborato delle AMD nel caso in oggetto abbiamo 110 giorni di pioggia all'anno (gp); pertanto la mitigazione delle piogge risulta la seguente $EF_i((365-110)/365) = 0,69 kg/Km$, da cui si ha 0,378 kg/km	0,378kg/km
4	vento	Utilizzando la tabella 7 delle Linee Guida che indica dei valori di emissioni in funzione delle superfici ed a seconda delle tipologie di cumuli. Nel caso in oggetto si considerano cumuli alti in rapporto alle superfici pari a $7,9 \times 10^{-6} kg/m^2$ e considerando una superficie massima di accumulo, relativa alla zona di recupero del ravaneto e di accumulo temporaneo dei detriti sul piazzale di cava di circa 500 mq e di 2 movimentazione per ogni ora di lavoro, 220 gg lavorativi di 8 ore ciascuno in cui saranno gestiti mc di deposito, si può calcolare il valore delle emissioni in atmosfera che risulta dalla formula $EF_i = 7,9 \times 10^{-6} \times 500 \times 16 mov/g \times 220/12.200 Mg/m^3 = 7,99 \times 10^{-3}$	$7,99 \times 10^{-3}$
5	Stesura	Si riferisce alla stesa del materiale sul piazzale di progetto utilizzando una pala meccanica. Per il calcolo di queste emissioni abbiamo utilizzato la formula del paragrafo 1.2 SCC3-05-010-45, in cui abbiamo considerato una percentuale di silt intermedio pari al 17% ed una umidità del 15%, considerando la movimentazione di 80Mg/h.	$3,9 \times 10^{-3}$ kg/Mg

In base alle considerazioni della tabella precedente possiamo stimare le emissioni complessive in atmosfera derivanti dalle attività della cava Faniello per l'intero progetto di coltivazione calcolando quelle emesse nel singolo anno di attività come valore medio.

Per l'intero progetto di coltivazione abbiamo le seguenti emissioni EF per PM₁₀:

Per il calcolo dei chilometri percorsi dai camion per l'allontanamento dei detriti abbiamo considerato i singoli tragitti percorsi dai camion di 27 Mg/viaggio, considerando un peso medio tra andata e ritorno come

riportato nella tabella successiva.

Tabella calcolo dei km percorsi, per il trasporto a valle i volumi i sono divisi per la capienza per ottenere il numero dei viaggi annui, (vedi Elaborato C)

Descrizione	Tragitto km	Volume /nr. viaggi annui	Totale km
Inerti trasportati da imbocco zona di taglio a galleria C5/C7 e da zona di produzione ad area stoccaggio derivati	3,77	830	3.131
Inerti inviati a valle	4,77	2.322	2.215
Blocchi inviati a valle	4,77	571	2.724
Stesa materiale	0,120	200	24
Totale km percorsi			5.274

Tabella emissioni ciclo attività del progetto di coltivazione

N	Attività	EF per PM ₁₀	Unità mis.	Quantità Mg	Emissioni
1	Caricamento inerti	5x10 ⁻⁵	kg/Mg	41.202	2,06
2	Trasporto	3,78x10 ⁻²	kg/km	31.071	1.174
3	scarico	8x10 ⁻⁶	kg/Mg	41.202	2,75
4	vento	7,99x10 ⁻³	kg/Mg	13.932	111,31
5	Stesura	3.9 x10 ⁻³	kg/Mg	14.200	55,38
Totale					1.345,50kg

Le emissioni si riferiscono alle emissioni in atmosfera dell'intero ciclo di produzione annuale, considerando che calcolato per i giorni di lavoro, 220 gg, porta ad un valore di 6,11 kg/g, o 0,764 kg/h, quindi a 764g/h.

5. Compatibilità delle emissioni

Le linee guida regionali forniscono al punto 2 le soglie di valutazione delle emissioni di PM₁₀ al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero dei giorni, come riportato nella tabella successiva, ripresa dalle Linee Guida Arpat (tab.16).

Per il calcolo delle emissioni si è considerata al distanza dal centro del paese di Arni, 880 m circa, quindi valori >150 m ed il periodo di emissioni compreso tra 250/200 gg, essendo 220 gg il periodo di lavorazione indicato nel progetto di coltivazione.

Tabella soglie di emissione PM10 (tab.16 paragrafo 2 Linee Guida regionali)

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 (*)

Da quanto sopra, essendo il valore delle emissioni stimato in 764 g/h, quindi al di sotto della soglia non

compatibile e compreso nella soglia di emissione che necessita del monitoraggio presso il recettore o della valutazione sito specifico come nel nostro caso. Dobbiamo sottolineare che non sono state considerate le misure di mitigazione che avrebbero previsto un abbattimento sensibile delle emissioni. Il suddetto valore può essere efficacemente ridotto con la bagnatura dei cumuli e della strada di cantiere, ma di non semplice gestione della strada di accesso che essendo comune a più attività dovrebbe essere gestita per settori da ciascun esercente con spruzzatori mobili che riducano il sollevamento della polvere durante il transito dei camion.

6. Modalità operative per il contenimento delle emissioni diffuse

Le emissioni più significati derivano dalla perdita di polveri per la circolazione dei mezzi lungo la viabilità non asfaltata ed in subordine dall'azione del vento. Essendo le due voci quelle maggiormente significative la società adotterà le seguenti mitigazioni:

1. Utilizzo di pietrisco per il rifacimento del manto stradale nella zona di pertinenza ;
2. Bagnatura dei piazzali e cumuli di materiale inerte con spruzzatori mobili;
3. Utilizzo di soli camion telonati per il trasporto dei detriti;
4. Protezione dei cumuli di terre con blocchi per evitare l'azione erosiva del vento;
5. Lavaggio delle gomme dei camion in arrivo sulla viabilità asfaltata.
6. Imposizione del limite di velocità di 10km/h nel cantiere e 20km/h sulla strada di accesso;
7. Bagnatura e contestuale posa delle terre in fase di ripristino ambientale, con successiva compattazione del materiale detritico.
- 8.

7. Conclusioni

La valutazione delle emissioni in atmosfera della cava Faniello è compatibile con i valori soglia indicati da Regione Toscana nel PRQA per le PM₁₀, al recettore principale costituito dall'abitato di Arni. I valori delle Pm₁₀ annuali risultano pari a 764 g/h, non considerando le misure di mitigazione che l'azienda adotterà per la manipolazione e gestione degli inerti. Sono proposte delle misure di mitigazione, peraltro in parte già contenute nella autorizzazione rilasciata alla società per l'esercizio della cava, che portano ad una sensibile riduzione delle emissioni. Non abbiamo considerato la fase di frantumazione delle rocce con martellone che nella Linee Guida alla tabella 2 sono considerate nulle per quanto riguarda le PM₁₀ per la frantumazione grossolana o *primary crushing*. Il valore più importante delle emissioni è legato al trasporto dei detriti ed al vento che può erodere i cumuli, piazzali e strade, indicando le misure di mitigazione necessarie per la loro riduzione/abbattimento. I valori delle PM₁₀ calcolati indicano dei valori soglia compatibili con l'ambiente circostante che si riduce per effetto delle mitigazioni.

Querceta luglio 2026

Eurogeologo Dott. Vinicio Lorenzoni



Tavola 1 – punto di emissione e recettore sensibile più prossimo

