

**Studio di geologia tecnica e ambientale**  
**Dott. Geol. Pietro Pittau – Dott. Pian. Fabio Grasso**  
📄 Via A. Zardin, 14 – Via Marghine, 22 c  
☎ 3388418324 - 3487812836

## **Valutazione preventiva delle polveri diffuse in atmosfera**

### **Rinnovo delle concessione mineraria Rio Palmas**

(per bentonite ed argille smettiche)

Località Rio Palmas  
Comune di Tratalias-Giba-Piscinas-Villaperuccio  
Provincia Sud Sardegna

Marzo 2023

Committente



**POLAI S.r.l.** Piazza della Vittoria 15/6 - Genova -

## SOMMARIO

1.	Premessa	3
1.1.	Area 1	3
1.1.1.	Fase prima – Preparazione alla coltivazione -	3
1.1.2.	Fase seconda – Coltivazione del minerale -	4
1.1.3.	Fase terza – Caricamento su camion del minerale -	4
1.1.4.	Fase quarta – Caricamento su camion dello scotico -	4
1.1.5.	Fase quinta – Trasporto su camion del minerale e dello sterile	4
1.1.6.	Fase sesta – Scarico del trasporto dai camion agli stock	5
1.2.	Area 2	5
1.2.1.	Fase settima – Erosione del vento sui cumuli	5
1.3.	Dato cumulativo di emissione di tutte le fasi	6
2.	Conclusioni	7

## 1. Premessa

La seguente relazione tecnica, viene redatta secondo le linee guida per il calcolo delle emissioni diffuse delle polveri provenienti da attività produzione, manipolazione, trasporto, carico e stoccaggio di materiali polverulenti in cumuli, attraverso una valutazione dei valori di emissione delle PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>.

In particolare verranno determinati i valori di PM<sub>10</sub> compatibili con i limiti di qualità dell'area.

Le linee guida sopra richiamate si sviluppano attraverso i modelli del United States Environmental Protection Agency (US-EPA) contenuti in Emissions Factors & AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, reperibili sul sito web [www.epa.gov/ttnchie1/ap42/](http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/).

Nello specifico la valutazione viene determinata per la valutazione delle polveri prodotte con emissione diffusa attraverso la coltivazione, il trasporto e lo stoccaggio del minerale e dello sterile movimentato in tutte le fasi di attività del cantiere minerario denominato Rio Palmas in agro del Comune di Giba.

Le valutazioni si suddividono per fasi multiple individuate in due specifiche aree:

- la **prima** è relativa alle aree di coltivazione fino alla messa a stock nelle aree di deposito;
- la **seconda** riguarda le aree di deposito a stock.

### 1.1. Area 1

Le attività svolte consistono nello "scotico del cappellaccio" o materiale superficiale non produttivo, nel suo allontanamento, nell'estrazione del minerale da avviare agli stock e nelle fasi di ripristino e/o riqualificazione delle aree coltivate.

Nel caso del cantiere RP1 si procede ad un ritombamento andando così a ripristinare lo stato dei luoghi, mentre per i cantieri RP2 e RP2 ampliamento si andrà a riqualificare l'area coltivata con un riassetto della morfologia affinché sia adatta ad ospitare la successiva attività di "produzione di energia da fotovoltaico solare" in sostituzione di quella mineraria.

La rimozione del materiale superficiale avviene mediante escavatore cingolato, il quale lo allontana trasferendolo su camion che a loro volta lo scaricano in stock su un'area specifica.

Il materiale asportato, può essere impiegato successivamente e in relazione alle necessità anche contestualmente per il ripristino delle aree.

Quindi l'escavatore effettua lo sbancamento della bentonite ed il suo trasferimento ai camion che provvedono al trasporto presso lo stock nel piazzale di accumulo del minerale.

#### 1.1.1. Fase prima – Preparazione alla coltivazione -

Nella fase di preparazione l'escavatore rimuove e carica circa 40 m<sup>3</sup>/h di "materiale sterile" effettuando il lavoro su di un tratto lineare di 66.6 m/h,

$$(66.6 \times 0,50 [\text{profondità scavo}] \times 1,20 [\text{larghezza benna}] = 40 \text{ m}^3/\text{h})$$

Utilizzando il fattore di emissione per le operazioni di scotico, previsto in "13.2.3 Heavy construction operation", pari a 5.7 kg/km di PTS, e ipotizzando una frazione di PM<sub>10</sub> dell'ordine del 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il PM<sub>10</sub> pari a 3.42 kg/km.

L'emissione oraria stimata per questa fase è allora di:

$$0.066 \text{ km/h} \times 3.42 \text{ kg/km} = 0.225 \text{ kg/h} = \mathbf{225 \text{ g/h}}$$

### 1.1.2. Fase seconda – Coltivazione del minerale -

Nella stessa ora di attività, l'escavatore effettua anche uno sbancamento di minerale (bentonite) pari 75 m<sup>3</sup> di minerale, il quale viene caricato su camion e trasportato allo stock.

Per la fase di sbancamento o estrazione non è presente uno specifico fattore di emissione.

Considerando che il materiale estratto ha una percentuale molto alta di umidità, si considera cautelativamente il fattore di emissione associato al SCC 3-05-027-60 Sand Handling, Transfer, and Storage in "Industrial Sand and Gravel", pari a  $1.30 \times 10^{-3}$  lb/tons equivalenti a 0.00059 kg/Mg di PTS equivalente a 0.00035 kg/Mg di PM10 avendo considerato il 60% del particolato come PM10.

Ipotizzando una densità media del materiale pari a 1.7 Mg/m<sup>3</sup>, si trattano

$$75 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.7 \text{ Mg/m}^3 = 127.5 \text{ Mg/h}$$

e quindi si ha una emissione oraria di PM10 pari a

$$0.00035 \text{ kg/Mg} \times 127.5 \text{ Mg/h} = 0.044 \text{ kg/h} = \mathbf{44.6 \text{ g/h.}}$$

### 1.1.3. Fase terza – Caricamento su camion del minerale -

La fase di caricamento del minerale estratto, corrisponde al SCC 3-05-025-06 Bulk Loading "Construction Sand and Gravel" per cui FIRE indica un fattore di emissione (molto incerto) pari a  $2.40 \times 10^{-3}$  lb/tons, equivalenti a 0.00120 kg/Mg.

Ipotizzando una densità media della bentonite pari a 1.7 Mg/m<sup>3</sup>, si trattano

$$75 \text{ m}^3 \times 1.7 \text{ Mg/m}^3 = 127.5 \text{ Mg/h}$$

e quindi si ha una emissione oraria pari a

$$0.00120 \text{ kg/Mg} \times 127.5 \text{ Mg/h} = 0.153 \text{ kg/h} = \mathbf{153 \text{ g/h.}}$$

### 1.1.4. Fase quarta – Caricamento su camion dello scotico -

Il materiale superficiale dello scotico viene caricato su camion e tale operazione può corrispondere al SCC 3-05-010-37 Truck loading overburden cui è assegnato un fattore di emissione di 0.0075 kg/Mg.

Ipotizzando una densità media pari a 1.3 Mg/m<sup>3</sup>, i 40 m<sup>3</sup>/h rimossi equivalgono ad un peso di

$$40 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.3 \text{ Mg/m}^3 = 52 \text{ Mg/h}$$

e quindi si ha una emissione oraria della fase di carico pari a

$$0.00750 \text{ kg/Mg} \times 97.5 \text{ Mg/h} = 0.39 \text{ kg/h} = \mathbf{390 \text{ g/h.}}$$

### 1.1.5. Fase quinta – Trasporto su camion del minerale e dello sterile

Il materiale totale prodotto alla fronte è allontanato lungo pista non pavimentata di una lunghezza media che dipende dal luogo di destinazione finale:

- stock materiale in RP1, 650 mt;
- stock materiale in RP2, 450 mt;
- destinazione Impianto di essiccazione solare RP2, 600 mt;
- destinazione esterna all'area di cantiere, 400 mt.

Ipotizzando una percorrenza media di 525 metri e un contenuto di "silt" in modo cautelativo che costituisce la pista sia pari al 10%.

Il camion ha un peso di 16 Mg a vuoto e può contenere un carico di 24 Mg, per cui il peso medio durante il trasporto è pari a 28 Mg, dato dalla media tra un viaggio scarico ed un viaggio con il carico.

Poiché ogni ora vengono accantonati 97.5 Mg di materiale sterile e 127.5 Mg di minerale (bentonite), occorrono complessivamente 9 carichi per smaltire il materiale, ovvero il camion effettua complessivamente 18 corse in 8 ore.

Inserendo questi dati nell'espressione 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, si ottiene un fattore di emissione di:

$$EF_i \text{ (kg/km)} = K_i \times (s/12)^{a_i} \times (W/3)^{b_i}$$

$i$  particolato (PTS, PM10, PM2.5)

$s$  contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%)

$W$  peso medio del veicolo (Mg)

$k_i - a_i - b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM10	0.423	0.9	0.45
PM2.5	0.0423	0.9	0.45

$$EF_i \text{ (kg/km)} = 0.423 \times (10/12)^{0.9} \times (28/3)^{0.45}$$

$EF_i \text{ (kg/km)} = 0.21$  in funzione della lunghezza media del tracciato da percorrere di 525 metri, si avrà una emissione di 0.11 kg per viaggio quindi si assegna una emissione di;

$$110.25 \text{ g/viaggio} \times 3.47 \text{ viaggi/h} = \mathbf{382.56 \text{ g/h.}}$$

#### 1.1.6. Fase sesta – Scarico del trasporto dai camion agli stock

Il materiale trasportato e poi scaricato negli stock, viene considerato nella sua totalità come materiale sterile, rendendo la valutazione maggiormente cautelativa, in questo caso il fattore di emissione scelto è stato determinato attraverso la SCC 3-05-010-42 *Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden*, pari a 0.0005 kg/Mg.

Ipotizzando una densità media pari a 1.5 Mg/m<sup>3</sup>, i 150 m<sup>3</sup> rimossi corrispondono a:

$$150 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.5 \text{ Mg/m}^3 = 225.0 \text{ Mg/h}$$

e quindi si ha una emissione oraria della fase di scarico pari a

$$0.0005 \text{ kg/Mg} \times 225.0 \text{ Mg/h} = 0.1125 \text{ kg/h} = \mathbf{112.5 \text{ g/h}}$$

### 1.2. Area 2

#### 1.2.1. Fase settima – Erosione del vento sui cumuli

Le emissioni causate dall'erosione del vento sui cumuli sono state valutate in riferimento a quanto espresso nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion").

Ogni nuovo scarico di materiale costituisce un cumulo di 24 Mg derivante da un volume di 16 m<sup>3</sup> (considerando che il materiale superficiale messo a stock "minerale e sterile" abbia una densità media di 1.5 Mg/m<sup>3</sup>).

Impostando un'altezza del cumulo di 2 metri e ipotizzandolo conico, risulta un diametro di 5.6 metri e di conseguenza una superficie laterale di circa 30 m<sup>2</sup>.

Il rapporto tra altezza del cumulo e diametro è superiore a 0.2 quindi il cumulo come si può osservare dalla tabella sottostante è da considerarsi “alto” e il fattore di emissione risulta pari a  $7.9 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$ .

cumuli alti rapporto $H/D > 0.2$	
	$EF (\text{kg m}^2) i$
PTS	1.6E-05
<b>PM10</b>	<b>7.9E-06</b>
PM2.5	1.26E-06
cumuli bassi rapporto $H/D \leq 0.2$	
	$EF (\text{kg m}^2) i$
PTS	5.1E-04
PM10	2.5 E-04
PM2.5	3.8 E-05

$$Ei (\text{kg /h}) = EFi .a .movh$$

$i$  = particolato (PTS, PM10, PM2.5)

$EF (\text{kg m}^2) i$  = fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato

$a$  = superficie dell'area movimentata in  $\text{m}^2$

$movh$  = numero di movimentazioni/ora

$$0.0000079 \text{ kg/m}^2 \times 30 \text{ m}^2 \times 3.47 \text{ movimenti/h} = 0.0008223 \text{ kg/h} = \mathbf{0.82 \text{ g/h}}$$

Il valore ottenuto può essere trascurato nel presente contesto ma in ogni caso viene considerato.

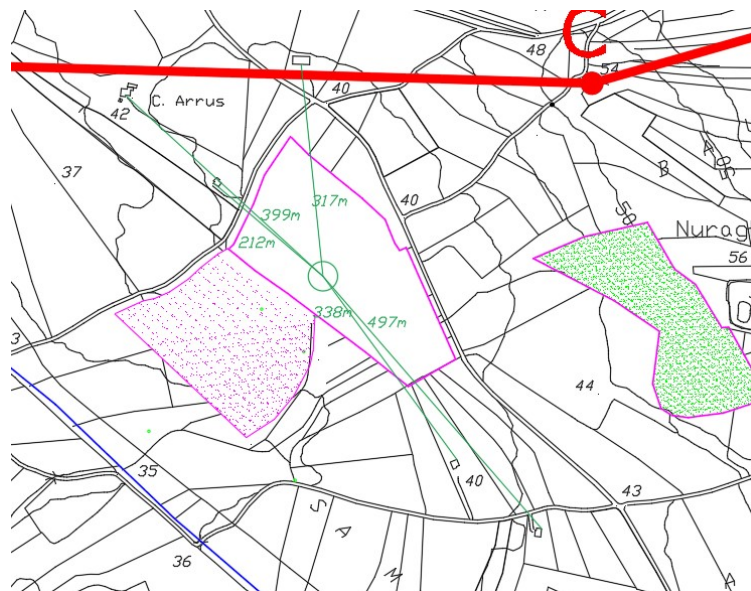
### 1.3. Dato cumulativo di emissione di tutte le fasi

Nel complesso le attività dell'area producono una emissione media oraria di PM10 di 1308.48 g/h, dato dalla somma delle emissioni delle singole fasi, che si devono considerare operanti in fasi alterne ma in via precauzionale sono state sommate per ottenere un valore unico.

Numero fase	Descrizione sintetica della fase	Emissione calcolata g/h
1	Preparazione alla coltivazione del minerale	225
2	Coltivazione del minerale	44.6
3	Caricamento su camion del minerale	153
4	Caricamento su camion dello scotico	390
5	Trasporto su camion del minerale e sterile	382.56
6	Scarico del trasporto su camion negli stock	112.5
7	Erosione del vento sui cumuli	0.82
	<b>TOTALE</b>	<b>1308.48</b>

## 2. Conclusioni

Ai fini della valutazione occorre precisare che l'attività lavorativa si svolge in un periodo ricompreso tra i 5 e 6 mesi per un totale di circa 130 giorni all'anno e nell'area oggetto della valutazione si sono individuati alcuni recettori (*edificato ad uso periodico a servizio delle attività agricole*) così distribuiti:



Lo stralcio cartografico riportato, evidenzia la posizione dei recettori rispetto alla posizione baricentrica dell'attività.

I recettori sopra evidenziati sono dislocati una parte a NO con una distanza che varia tra 212 m e i 399 m, e per il resto a SE ad una distanza tra i 388 m e i 497 m.

I valori calcolati matematicamente possono quindi essere confrontati con i limiti di qualità dell'aria per il PM10. La proporzionalità tra concentrazioni ed emissioni, che si verifica in un certo intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive molto ampio, permette allora di valutare quali emissioni specifiche (e globali) corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria.

Attraverso quanto sopra esposto, si possono determinare dei valori delle emissioni di riferimento al di sotto dei quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria, si ricorda che i limiti di legge per il PM10 sono relativi alle concentrazioni medie annue ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed a quelle medie giornaliere ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed il cui valore può però essere superato per 35 volte in un anno; quindi occorre riferirsi alla distribuzione dei valori medi giornalieri ed al 36° valore più elevato per valutare il superamento di questo limite. Di norma si constata che dall'analisi dei dati rilevati direttamente dalle reti di rilevamento e dalle simulazioni modellistiche, il rispetto del limite per le medie giornaliere comporta anche il rispetto della media annua.

Dai valori sotto riportati e tratti dalle Linee Guida ARPAT, si ottiene che i valori di emissione stimati, sono pari a 1308 g/h, inferiori ai 1422 g/h oltre i quali si presume la non compatibilità ambientale dell'emissione.

Tali valori di soglia individuati, sono determinati al variare della distanza tra recettore e sorgente ed al variare della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione.

*Soglie assolute di emissione di PM<sub>10</sub> al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h)*

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

Analizzando il dettaglio delle emissioni, si osserva che il carico maggiore delle stesse proviene dalla stima del trasporto del materiale sulle piste e dal caricamento dello sterile.

In genere, infatti, in queste due fasi dell'attività corrispondono le maggiori stime di emissione, dove comunque è possibile intervenire attraverso l'aspersione di acqua nelle ore di maggior calura.

Nel caso in esame, valutando di effettuare bagnature periodiche delle piste non asfaltate con una frequenza di 4 ore con un'aspersione di 0,4 litri/m<sup>2</sup> di acqua, si garantisce una efficienza di mitigazione del fenomeno polveri tra il 90/80 % (linee guida ARPAT) .

Numero fase	Descrizione sintetica della fase	Emissione calcolata g/h
1	Preparazione alla coltivazione del minerale	225
2	Coltivazione del minerale	44.6
3	Caricamento su camion del minerale	153
4	Caricamento su camion dello scotico	78
5	Trasporto su camion del minerale e sterile	76.5
6	Scarico del trasporto su camion negli stock	112.5
7	Erosione del vento sui cumuli	0.82
	TOTALE	690.42

In tal modo, si ottiene una emissione totale mitigata pari a **690.42 g/h**.

Nel nostro caso il recettore più prossimo è ad una distanza compresa tra i 212 e i 497 metri ed i giorni di emissione sono inferiori a 130, per cui il valore limite è pari a 1422 g/h.

Il criterio utilizzato è quello di impiegare un fattore di cautela (pari a 2) per definire tali soglie effettive.

In pratica quando un'emissione risulta essere inferiore alla metà delle soglie presentate nella tabella sopra riportata, tale emissione può essere considerata a priori compatibile con i limiti di legge per la qualità dell'aria (nei limiti di tutte le assunzioni effettuate che hanno determinato le soglie predette).

Quando l'emissione è compresa tra la metà del valore soglia e la soglia, la possibilità del superamento dei limiti è soprattutto legata alle differenze tra le condizioni reali e quelle adottate per le simulazioni, pertanto in tali situazioni appare preferibile una valutazione diretta dell'impatto o una valutazione modellistica specifica che dimostri con strumenti e dati adeguati la compatibilità dell'emissione.

Tale procedura è esemplificata nella successiva tabella.



*Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività tra 150 e 100 giorni/anno*

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<90	Nessuna azione
	90 ÷ 180	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 180	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<225	Nessuna azione
	225 ÷ 449	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 449	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<519	Nessuna azione
	519 ÷ 1038	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1038	Non compatibile (*)
>150	<711	Nessuna azione
	711 ÷ 1422	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1422	Non compatibile (*)

Quindi nel nostro caso, considerando un fattore di cautela pari a 2 il limite di soglia per azioni da intraprendere è pari a 711-1422 g/h, al di sopra del valore di 690.42 calcolato come nostro valore di emissione mitigato.

**Dai risultati calcolati si rileva la compatibilità dell'emissione, ma con l'indicazione del monitoraggio e valutazione modellistica con dati sito specifici.**

***Iglesias, marzo 2023***

I Tecnici	
<i>Per. Ind. Minerario</i>  <i>Dott. Geol. Pietro Pittau</i>	<i>Per. Ind. Minerario</i>  <i>Dott. Pian. Fabio Grasso</i>