



Comune di SANTA CESAREA TERME

Provincia di Lecce

Progetto: Realizzazione di un impianto di trattamento rifiuti speciali non pericolosi -
Procedura Ordinaria ex art.208
D.Lgs. n. 152/2006



Committente: IDROCAVE S.R.L.



GEA ENGINEERING Studio Tecnico Associato
Via Bodini ang. via Fiore, s.n.c.
73051 Novoli(LE)
Piva: 0414855075151
PEC: geastudiotecnico@pec.it



Kora s.r.l.
Novoli (LE) 73051 - via Lecce
53 p. iva: 05342660759

IL TECNICO: Ing. Francesca De Luca



Elaborato

R7

Oggetto

Relazione previsionale delle
emissioni in atmosfera

Data

Aprile 2026

Rev./Integ.	
Data	
Descrizione	
Protocollo	

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
3	INQUADRAMENTO METODOLOGICO.....	5
4	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	7
5	INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI.....	10
5.1	EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE SU PIAZZALE OPERATIVO	10
5.2	EMISSIONI DA OPERAZIONI DI FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI	10
5.3	EMISSIONI DOVUTE ALL'AZIONE DEL VENTO SUI CUMULI DI STOCCAGGIO....	11
5.4	EMISSIONI DA OPERAZIONI DI CARICO DEI MEZZI IN USCITA	12
5.5	SINTESI DELLE SORGENTI EMISSIVE	12
6	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI.....	14
6.1	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI GENERATE DAL TRAFFICO VEICOLARE SU PIAZZALE OPERATIVO	15
6.2	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI GENERATE DALLE OPERAZIONI DI FORMAZIONE E STOCCAGGIO DEI CUMULI.....	18
6.3	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE GENERATE DALL'EROSIONE EOLICA DEI CUMULI DI STOCCAGGIO	22
6.4	STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE GENERATE DALLE OPERAZIONI DI CARICO SUGLI AUTOMEZZI IN USCITA	26
6.5	QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI	28
7	. VALORI SOGLIA DELLE EMISSIONI.....	31
8	CONCLUSIONI	35

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di valutare, in via previsionale, le emissioni diffuse di polveri che possono essere generate dalle attività di gestione rifiuti previste presso l'impianto della società IDROCAVE S.r.l., situato nel Comune di Santa Cesarea Terme (LE), in località "Cacasuli".

L'impianto è destinato alla gestione di rifiuti speciali non pericolosi mediante operazione di recupero R13, ossia messa in riserva dei rifiuti prima del loro successivo conferimento presso impianti autorizzati al recupero o al trattamento finale. Si tratta quindi di un'attività di deposito temporaneo e organizzazione dei flussi di materiale in ingresso e in uscita, senza trasformazioni o lavorazioni industriali sui rifiuti.

Il progetto prevede l'utilizzo di un'area estrattiva dismessa, dotata di piazzali operativi e spazi adeguati allo svolgimento delle attività previste. L'area è caratterizzata da una configurazione morfologica in depressione rispetto al piano campagna circostante, che determina condizioni di parziale confinamento naturale dell'impianto. Le operazioni si svolgeranno principalmente all'aperto e comprenderanno l'arrivo dei rifiuti mediante automezzi autorizzati, il controllo dei documenti e la pesatura, lo scarico e lo stoccaggio temporaneo nei settori dedicati, la movimentazione interna mediante mezzi meccanici e il successivo carico sui mezzi destinati al trasferimento verso impianti di recupero.

Pur non essendo previste lavorazioni meccaniche dei rifiuti, come frantumazione o vagliatura, le normali attività di movimentazione e gestione dei materiali possono determinare la produzione di polveri diffuse. Tali emissioni sono principalmente legate al traffico dei mezzi sul piazzale e sulla rampa di accesso, alle operazioni di carico e scarico, alla movimentazione dei cumuli e alla presenza stessa dei materiali stoccati, soprattutto in condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione del particolato.

Si evidenzia tuttavia che la particolare configurazione del sito, sviluppata all'interno di una cava dismessa, e la presenza di elementi morfologici di contorno, quali fronti di cava e rilevati perimetrali, contribuiscono a limitare la dispersione delle polveri verso l'esterno, riducendo l'esposizione diretta ai venti rispetto a impianti analoghi ubicati in aree completamente aperte.

Per questo motivo è stata sviluppata una valutazione previsionale finalizzata a stimare il potenziale contributo emissivo dell'impianto e a verificare l'efficacia delle misure previste per il contenimento

delle polveri, quali la bagnatura periodica delle superfici e dei materiali, l'impiego di sistemi di nebulizzazione, la copertura dei cumuli mediante teloni, la presenza di barriere frangivento e la corretta gestione delle aree operative.

La valutazione è stata impostata facendo riferimento alle Linee guida per la stima delle emissioni diffuse di polveri elaborate da ARPAT, che costituiscono un riferimento tecnico per l'individuazione delle sorgenti emissive e per l'organizzazione delle analisi previsionali.

Tali linee guida richiamano l'utilizzo dei fattori di emissione contenuti nel documento internazionale AP-42 dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Nel caso specifico dell'impianto in esame, alcune attività operative non risultano trattate in modo dettagliato nelle linee guida ARPAT; per questo motivo, per la quantificazione delle emissioni, si è fatto riferimento direttamente ai modelli e ai fattori emissivi riportati nel manuale EPA..

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La norma quadro in materia di controllo e tutela della qualità dell'aria ambiente è rappresentata dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 e s.m.i., che ha abrogato il precedente D.Lgs. n. 351/1999 e i relativi decreti attuativi (D.M. n. 60/2002, D.Lgs. n. 183/2004 e D.M. n. 261/2002).

Il D.Lgs. n. 155/2010 costituisce l'attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il decreto definisce, tra l'altro, i concetti di valore limite, valore obiettivo, livello critico, soglia di informazione e soglia di allarme, nonché gli obiettivi a lungo termine per alcuni inquinanti. Esso individua inoltre l'elenco degli inquinanti per i quali è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria ambiente, tra cui biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2.5}), benzene, benzo(a)pirene, piombo, arsenico, cadmio, nichel, mercurio e precursori dell'ozono.

Per quanto riguarda il particolato atmosferico, il D.Lgs. n. 155/2010 stabilisce i seguenti valori limite di qualità dell'aria:

- per il PM₁₀:
 - valore limite annuale pari a 40 µg/m³;
 - valore limite giornaliero pari a 50 µg/m³, da non superare per più di 35 giorni nell'anno civile;
- per il PM_{2.5}
 - valore limite annuale pari a 25 µg/m³, riferito alla concentrazione media annua.

La classificazione del particolato atmosferico avviene in funzione del diametro aerodinamico delle particelle, espresso in micrometri (µm).

Le particelle PM₁₀ comprendono la frazione inalabile con diametro inferiore a 10 µm, mentre le PM_{2.5} rappresentano la frazione fine con diametro inferiore a 2,5 µm.

In termini compositivi, la frazione PM_{2.5} costituisce generalmente una quota significativa del PM₁₀, variabile in funzione delle caratteristiche delle sorgenti emissive e delle condizioni ambientali.

La normativa quadro in materia di prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera è invece rappresentata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i., Parte Quinta, che si applica agli impianti e alle attività che producono emissioni in atmosfera.

Tale normativa stabilisce i criteri generali per il rilascio delle autorizzazioni alle emissioni, i valori limite di emissione, le prescrizioni gestionali, nonché i metodi di campionamento e analisi e i criteri per la verifica della conformità ai limiti previsti.

Nel caso delle emissioni diffuse di polveri, non essendo generalmente applicabili limiti puntuali in concentrazione al camino, la normativa prevede l'adozione di idonee misure tecniche e gestionali finalizzate al contenimento delle emissioni alla fonte.

In particolare, l'Allegato V alla Parte Quinta del D.Lgs. n. 152/2006, relativo alle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico e stoccaggio di materiali polverulenti, stabilisce che devono essere adottate specifiche misure di mitigazione.

L'autorità competente definisce le prescrizioni per il contenimento delle emissioni tenendo conto, tra l'altro, della pericolosità delle polveri, del flusso di massa emesso, della durata delle emissioni, delle condizioni meteorologiche e delle caratteristiche dell'ambiente circostante.

Tra le misure generalmente previste rientrano:

- la bagnatura dei materiali e delle superfici operative;
- il confinamento o la copertura dei cumuli;
- la riduzione dell'altezza di caduta durante le operazioni di carico e scarico;
- la limitazione del sollevamento di polveri dovuto al traffico veicolare;
- la pulizia e manutenzione delle aree operative.

Dal punto di vista metodologico, la valutazione previsionale delle emissioni diffuse di polveri viene comunemente sviluppata facendo riferimento alle Linee guida ARPAT, che costituiscono un riferimento tecnico consolidato a livello nazionale.

Tali linee guida prevedono l'utilizzo dei fattori di emissione riportati nel documento internazionale AP-42 dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA), ampiamente riconosciuto nella letteratura tecnico-scientifica per la stima delle emissioni derivanti dalla movimentazione e gestione di materiali granulari.

3 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

La valutazione delle emissioni diffuse di polveri generate dalle attività previste presso l'impianto è stata sviluppata partendo dall'analisi delle modalità operative e dall'individuazione delle principali fasi di gestione dei materiali che possono determinare la dispersione di particolato in atmosfera.

Per l'impostazione generale dello studio si è fatto riferimento alle Linee guida per la stima delle emissioni diffuse di polveri elaborate da ARPAT, che costituiscono un riferimento tecnico ampiamente utilizzato per questo tipo di valutazioni. Tali linee guida consentono di inquadrare in modo corretto il fenomeno emissivo, supportando l'analisi del ciclo operativo, l'individuazione delle attività potenzialmente emmissive e la definizione dei parametri necessari alla stima delle emissioni.

Le linee guida ARPAT prevedono che la quantificazione delle emissioni diffuse possa essere effettuata utilizzando fattori di emissione derivati dalla letteratura tecnico-scientifica internazionale. In particolare, viene richiamato il documento AP-42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors pubblicato dall'United States Environmental Protection Agency (EPA), che rappresenta il principale riferimento tecnico per la valutazione delle emissioni atmosferiche associate a sorgenti diffuse.

Nel caso dell'impianto in esame, le indicazioni contenute nelle linee guida ARPAT sono state utilizzate per definire l'impostazione metodologica generale della valutazione. Per la determinazione quantitativa delle emissioni associate alle diverse attività operative si è invece fatto riferimento direttamente alle formulazioni e ai fattori emissivi riportati nel manuale EPA.

Questa integrazione si è resa necessaria in quanto alcune operazioni previste presso l'impianto, come il traffico dei mezzi su superfici pavimentate e specifiche modalità di movimentazione e gestione dei materiali stoccati, non risultano trattate in modo dettagliato nelle linee guida ARPAT e richiedono quindi l'applicazione dei modelli emissivi sviluppati a livello internazionale.

La valutazione è stata sviluppata secondo le seguenti fasi principali:

1. individuazione delle sorgenti emmissive diffuse presenti nell'impianto;
2. definizione dei parametri operativi caratteristici delle diverse attività;
3. applicazione dei fattori di emissione più idonei in funzione delle operazioni considerate;
4. stima delle emissioni annue associate a ciascuna sorgente;
5. valutazione dell'efficacia delle misure previste per il contenimento delle polveri.

L'approccio adottato consente di ottenere una stima coerente e rappresentativa delle emissioni diffuse potenzialmente generate durante l'esercizio dell'impianto, in linea con le metodologie normalmente utilizzate nelle valutazioni ambientali di impianti analoghi.

4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto oggetto della presente valutazione è destinato alla gestione di rifiuti speciali non pericolosi mediante operazione di recupero R13 – messa in riserva, consistente nel deposito preliminare dei materiali prima del loro successivo conferimento presso impianti autorizzati al recupero o al trattamento finale. L'attività si svolge all'interno di un'area estrattiva dismessa ubicata nel territorio del Comune di Santa Cesarea Terme (LE), caratterizzata da una configurazione morfologica in depressione rispetto al piano campagna circostante e dalla presenza di elementi di confinamento naturale, che determinano una ridotta esposizione diretta ai venti.

Il sito occupa una superficie complessiva di circa 21.000 m², all'interno della quale è presente un piazzale operativo esterno realizzato su massetto industriale, destinato alla movimentazione dei mezzi, alle operazioni di carico e scarico dei rifiuti e allo stoccaggio temporaneo dei materiali. Le operazioni si svolgono prevalentemente all'aperto, su superfici pavimentate idonee al transito dei veicoli e dei mezzi operativi.

Dal punto di vista funzionale l'impianto è organizzato in due principali aree operative: una zona di ingresso e accettazione dei rifiuti, comprendente il sistema di pesatura e le attività di controllo documentale, e una zona di stoccaggio, nella quale i rifiuti vengono depositati temporaneamente in appositi settori delimitati. L'area di stoccaggio è suddivisa in 16 slot complessivi, di cui 14 destinati alla gestione ordinaria dei rifiuti e 2 riservati a conferimenti in condizioni emergenziali.

Gli slot operativi presentano dimensioni pari a 5 × 6 m per le configurazioni standard, mentre lo slot destinato al codice EER 17 09 04 è caratterizzato da dimensioni maggiori, pari a 6 × 8 m, al fine di garantire una maggiore capacità di stoccaggio per tale tipologia di rifiuto. Tutti gli slot sono delimitati su tre lati mediante setti in calcestruzzo armato con altezza pari a circa 2 m, mentre il lato frontale risulta aperto per consentire le operazioni di scarico e movimentazione dei materiali mediante mezzi meccanici.

I rifiuti sono stoccati in cumuli all'interno degli slot, con un'altezza gestionale mantenuta generalmente inferiore a circa 2 m, in coerenza con l'altezza dei setti di contenimento e con le modalità operative previste. La geometria dei cumuli varia nel tempo in funzione delle operazioni di conferimento e prelievo, ma risulta tale da garantire il contenimento dei materiali all'interno delle aree dedicate e la separazione delle diverse tipologie merceologiche. La configurazione degli slot determina un

contenimento laterale e posteriore dei materiali, mentre risultano esposte la superficie superiore dei cumuli e la porzione frontale, che rappresentano le principali aree suscettibili all'azione degli agenti atmosferici.

Le attività operative dell'impianto si articolano nelle seguenti fasi: ingresso dei mezzi conferitori, controllo amministrativo e pesatura, trasferimento nell'area di scarico mediante percorrenza della viabilità interna e della rampa di accesso alla zona depressa, deposito del materiale nei settori di stoccaggio, eventuale movimentazione interna mediante pala meccanica e successivo carico sui mezzi destinati al trasporto verso impianti di recupero autorizzati. L'impianto non prevede lo svolgimento di operazioni di trattamento meccanico dei rifiuti quali frantumazione, selezione o vagliatura, ma esclusivamente attività di movimentazione e deposito temporaneo.

Al fine di limitare la dispersione delle polveri, è prevista la copertura dei cumuli mediante teloni, in particolare nei casi di materiali a maggiore tendenza alla dispersione o in condizioni meteorologiche favorevoli al sollevamento del particolato. I teloni vengono posizionati sulla sommità dei cumuli e consentono di ridurre l'azione diretta del vento sulle superfici esposte, contribuendo a contenere i fenomeni di erosione eolica e il disseccamento dei materiali.

Ai fini della valutazione delle emissioni diffuse di polveri, assumono particolare rilevanza alcune specifiche caratteristiche operative dell'impianto. In primo luogo, il traffico veicolare interno, connesso all'ingresso dei mezzi conferitori e all'uscita dei veicoli destinati al trasferimento dei rifiuti verso impianti di recupero, può determinare il sollevamento e la risospensione del particolato fine depositato sulle superfici pavimentate del piazzale e lungo la rampa di accesso.

Un'ulteriore potenziale sorgente emissiva è rappresentata dalle operazioni di scarico dei materiali all'interno dei settori di stoccaggio, generalmente effettuate mediante ribaltamento del cassone degli automezzi. Durante la formazione dei cumuli può infatti verificarsi la dispersione in atmosfera delle frazioni più fini dei materiali, in particolare nel caso di rifiuti con caratteristiche granulari o polverulente.

La presenza stessa dei cumuli di stoccaggio costituisce inoltre una possibile sorgente di emissione diffusa, soprattutto in condizioni meteorologiche caratterizzate da vento sostenuto o da periodi prolungati di siccità. In tali situazioni l'erosione eolica delle superfici libere dei cumuli può determinare la dispersione di particolato; tuttavia, tale fenomeno risulta attenuato sia dalla configurazione

morfologica del sito, che riduce l'esposizione ai venti, sia dal contenimento garantito dai setti degli slot e dall'eventuale copertura dei cumuli.

Infine, anche le operazioni di carico dei materiali sui mezzi in uscita possono comportare il disturbo delle superfici dei cumuli e la conseguente emissione di polveri aerodisperse, sebbene tali fenomeni risultino limitati nel tempo e mitigati dalla gestione controllata delle operazioni.

L'impianto è dotato di sistemi di contenimento delle polveri basati principalmente sulla bagnatura dei materiali e delle aree di stoccaggio e su un impianto di nebulizzazione alimentato da rete idrica e sistemi di accumulo, nonché sulla presenza di barriere frangivento lungo il perimetro. Tali sistemi sono finalizzati alla riduzione del sollevamento e della dispersione delle polveri durante le operazioni di movimentazione e deposito dei rifiuti.

Nel complesso, le caratteristiche dimensionali del piazzale operativo, la configurazione in area depressa, l'organizzazione delle aree di stoccaggio, la presenza di superfici parzialmente schermate e l'adozione di sistemi di copertura e mitigazione costituiscono i principali parametri tecnici utilizzati per la successiva individuazione delle sorgenti emissive e per la stima quantitativa delle emissioni diffuse di polveri, sviluppata nei capitoli seguenti.

5 INDIVIDUAZIONE DELLE SORGENTI

Come già evidenziato nei capitoli precedenti, l'impianto non prevede emissioni convogliate, in quanto non sono presenti camini o sistemi di captazione. Le emissioni considerate nel presente studio sono pertanto esclusivamente di tipo diffuso e risultano strettamente connesse alle modalità di gestione dei rifiuti, alla movimentazione dei materiali e al traffico dei mezzi all'interno dell'area operativa.

L'individuazione delle sorgenti emissive è stata effettuata analizzando il ciclo operativo dell'impianto e facendo riferimento all'impostazione metodologica proposta dalle Linee guida ARPAT. Per la successiva quantificazione delle emissioni associate alle singole attività si è fatto riferimento ai fattori di emissione riportati nel manuale AP-42 dell'U.S. EPA.

Dall'analisi delle modalità operative previste presso l'impianto sono state individuate le seguenti principali sorgenti emissive diffuse.

5.1 EMISSIONI DA TRAFFICO VEICOLARE SU PIAZZALE OPERATIVO

Il transito dei mezzi conferitori e dei mezzi destinati all'allontanamento dei rifiuti rappresenta una delle principali sorgenti di emissione diffusa. Il passaggio dei veicoli può infatti determinare il sollevamento e la risospensione del materiale fine depositato sulla superficie del piazzale e lungo la viabilità interna, inclusa la rampa di accesso all'area operativa, con conseguente dispersione di particolato nell'aria.

L'entità delle emissioni dipende principalmente dal numero di passaggi, dalla lunghezza dei percorsi interni, dalla massa dei veicoli, dalle condizioni della pavimentazione e dalle modalità di gestione e pulizia delle superfici.

Questa tipologia emissiva sarà valutata applicando i fattori di emissione previsti nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.1 Paved Roads, relativo appunto al traffico su superfici pavimentate.

5.2 EMISSIONI DA OPERAZIONI DI FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Le operazioni di scarico dei rifiuti nelle aree di stoccaggio possono determinare la dispersione in atmosfera delle frazioni più fini durante la caduta del materiale dal cassone degli automezzi e la conseguente formazione dei cumuli.

Tale fenomeno emissivo è influenzato principalmente dalle caratteristiche granulometriche dei materiali movimentati, dal loro contenuto di umidità, dall'altezza di scarico e dalle condizioni meteorologiche presenti durante le operazioni.

La sorgente emissiva è stata individuata in coerenza con quanto descritto al paragrafo 1.3 delle Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni diffuse di polveri, relativo alle attività di formazione e gestione dei cumuli di materiali sfusi.

La quantificazione delle emissioni associate a tale fase è sviluppata in coerenza con le Linee guida ARPAT per le emissioni diffuse (par. 1.3) applicando i fattori emissivi riportati nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles relativo alle operazioni di movimentazione, trasferimento e formazione di cumuli di materiali granulari.

5.3 EMISSIONI DOVUTE ALL'AZIONE DEL VENTO SUI CUMULI DI STOCCAGGIO

La presenza di cumuli di materiale stoccato all'aperto può costituire una sorgente di emissione diffusa di polveri per effetto dell'azione del vento sulle superfici esposte. Il fenomeno è legato ai processi di erosione eolica che interessano gli strati superficiali dei materiali, con conseguente dispersione in

L'entità delle emissioni è influenzata principalmente dall'estensione e dalla configurazione delle superfici esposte dei cumuli, dalle condizioni meteorologiche del sito, in particolare dalla velocità e dalla frequenza dei venti, nonché dal contenuto di umidità dei materiali stoccati.

Si evidenzia tuttavia che, nel caso specifico, la configurazione dell'impianto all'interno di un'area estrattiva dismessa determina condizioni di parziale confinamento naturale, con conseguente riduzione dell'esposizione diretta dei cumuli all'azione del vento rispetto a impianti ubicati in aree aperte.

La sorgente emissiva è stata individuata in coerenza con quanto descritto al paragrafo 1.4 delle Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni diffuse di polveri, relativo ai fenomeni di erosione eolica dei cumuli di materiali sfusi, senza considerare, in via cautelativa, la posizione depressa dell'impianto rispetto al piano campagna.

5.4 EMISSIONI DA OPERAZIONI DI CARICO DEI MEZZI IN USCITA

Le operazioni di carico dei rifiuti sui mezzi destinati al trasporto verso impianti di recupero costituiscono un'ulteriore fase potenzialmente emissiva. Durante il prelievo del materiale dai cumuli, il suo sollevamento e il successivo trasferimento nel cassone del veicolo può verificarsi la dispersione in atmosfera delle frazioni più fini.

Tale tipologia emissiva presenta caratteristiche analoghe alle operazioni di movimentazione e formazione dei cumuli e viene pertanto valutata in coerenza con i criteri metodologici riportati nelle Linee guida ARPAT per la stima delle emissioni diffuse.

Considerata tuttavia l'assenza, nelle stesse Linee guida, di uno specifico fattore emissivo rappresentativo del carico diretto da cumulo mediante pala meccanica, la quantificazione delle emissioni è sviluppata applicando in via cautelativa i modelli emissivi relativi alle operazioni di movimentazione e trasferimento di materiali granulari riportati nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles.

5.5 SINTESI DELLE SORGENTI EMISSIVE

Sulla base dell'analisi del ciclo operativo sono state individuate le principali attività responsabili della generazione di emissioni diffuse di polveri.

La tabella seguente riporta il quadro riepilogativo delle sorgenti emissive considerate e dei riferimenti metodologici adottati per la successiva stima quantitativa delle emissioni.

N.	Attività / Sorgente emissiva	Descrizione del fenomeno emissivo	Riferimento metodologico
1	Traffico veicolare su piazzale pavimentato	Risospensione del particolato fine depositato sulla superficie del piazzale e lungo la viabilità interna dovuta al passaggio dei mezzi	EPA AP-42 Section 13.2.1 – Paved Roads
2	Formazione e stoccaggio cumuli	Dispersione di frazioni fini durante le operazioni di scarico dei materiali e la conseguente formazione dei cumuli nelle aree di stoccaggio	ARPAT Linee guida emissioni diffuse par. 1.3 – EPA AP-42 Section 13.2.4
3	Azione del vento sui cumuli di stoccaggio	Emissioni diffuse dovute ai fenomeni di erosione eolica delle superfici dei cumuli di materiale stoccato all'aperto	ARPAT Linee guida emissioni diffuse par. 1.4 – EPA AP-42 Section 13.2.4
4	Operazioni di carico dei mezzi in uscita	Dispersione di polveri durante il sollevamento e il trasferimento dei materiali dai cumuli ai cassoni dei veicoli destinati al trasporto esterno	EPA AP-42 Section 13.2.4

Tabella 1 Quadro riepilogativo delle sorgenti emissive diffuse individuate nell'impianto

6 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI

Nel presente capitolo viene sviluppata la stima quantitativa delle emissioni diffuse di polveri generate dalle attività operative previste presso l'impianto.

A partire dalle sorgenti emissive individuate nel capitolo precedente, la valutazione è finalizzata a quantificare il contributo emissivo associato alle diverse fasi di gestione dei materiali, quali il traffico veicolare interno, le operazioni di scarico e carico, la movimentazione dei rifiuti mediante mezzi meccanici e la presenza dei cumuli di stoccaggio esposti agli agenti atmosferici.

Per ciascuna attività sono stati definiti i principali parametri operativi e sono stati applicati i fattori di emissione più idonei sulla base dei modelli riportati nel documento AP-42 dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA), in coerenza con l'impostazione metodologica descritta nei capitoli precedenti.

La stima delle emissioni è stata sviluppata considerando le condizioni operative previste per l'impianto, con particolare riferimento ai quantitativi movimentati, al traffico veicolare interno, alle modalità di gestione dei materiali stoccati e alle condizioni meteorologiche del sito.

La valutazione è stata effettuata con riferimento principale alla frazione di particolato PM₁₀, comunemente utilizzata nelle analisi previsionali relative alle emissioni diffuse derivanti dalla movimentazione e gestione di materiali granulari.

Al fine di fornire una caratterizzazione più completa delle emissioni, sono state inoltre considerate le frazioni di particolato PM_{2.5} e polveri totali (PTS). In assenza di fattori emissivi specifici per tutte le attività considerate, la frazione PM_{2.5} è stata cautelativamente assunta pari al 50% del PM₁₀, mentre il PM₁₀ è stato considerato rappresentativo di circa il 70% delle polveri totali, in coerenza con i valori generalmente riportati nella letteratura tecnica per attività analoghe di movimentazione e gestione di materiali.

I calcoli sono stati sviluppati su base annua assumendo, in via cautelativa, un numero di giorni lavorativi pari a 280 giorni/anno, rappresentativo delle condizioni operative previste per l'impianto.

Nella determinazione delle emissioni è stato inoltre considerato l'effetto delle misure di mitigazione previste per il contenimento delle polveri, quali la bagnatura periodica delle superfici operative e dei materiali stoccati e la gestione controllata delle aree di movimentazione.

Nei paragrafi seguenti si procede quindi alla stima delle emissioni associate alle singole sorgenti diffuse individuate.

6.1 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI GENERATE DAL TRAFFICO VEICOLARE SU PIAZZALE OPERATIVO

Una delle principali sorgenti di emissione diffusa di polveri dell'impianto è rappresentata dal traffico dei mezzi all'interno del piazzale operativo e lungo la viabilità interna, inclusa la rampa di accesso all'area operativa. Il passaggio dei veicoli su superfici pavimentate può infatti determinare il sollevamento e la risospensione del materiale fine depositato al suolo, con conseguente dispersione di particolato in atmosfera.

Il traffico veicolare è legato sia all'ingresso dei mezzi che conferiscono i rifiuti sia all'uscita dei mezzi destinati al trasferimento dei materiali verso impianti di recupero. Sulla base dei dati operativi di progetto, il numero medio di mezzi conferitori è stato assunto pari a 36 veicoli/giorno.

I rifiuti conferiti vengono successivamente caricati su automezzi di maggiore capacità per il loro allontanamento dall'impianto. Considerando un quantitativo medio giornaliero movimentato pari a circa 430 t/giorno e assumendo in via cautelativa una capacità media dei mezzi in uscita pari a 20 t, il numero medio di veicoli necessari per il trasferimento dei materiali è stato stimato pari a circa 21 mezzi/giorno.

Il traffico complessivo interno all'impianto risulta pertanto pari a 57 veicoli/giorno.

Ai fini della stima emissiva è stato assunto un percorso medio interno pari a circa 350 m per veicolo, comprensivo del tragitto di accesso, della discesa all'area operativa, della manovra nell'area di stoccaggio e del successivo percorso di uscita lungo la viabilità interna. Ne deriva una percorrenza complessiva pari a circa 19,95 km/giorno e, considerando 280 giorni lavorativi annui, una percorrenza complessiva pari a circa 5.586 km/anno.

La stima delle emissioni è stata sviluppata facendo riferimento alla metodologia riportata nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.1 “Paved Roads”, che consente di determinare le emissioni di particolato generate dal traffico su superfici pavimentate.

Per la frazione PM₁₀, il fattore di emissione unitario è calcolato mediante la seguente relazione:

$$E = k \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W)^{1,02}$$

dove:

- E = fattore di emissione (g/VKT); VKT (Vehicle Kilometres Travelled) indica il numero totale di chilometri percorsi dai veicoli nell'area di impianto
- k = coefficiente dimensionale (pari a 0,62 per PM_{10})
- sL = silt loading, ossia quantità di materiale fine presente sulla superficie pavimentata (g/m^2)
- W = peso medio dei veicoli (t)

In assenza di dati sito-specifici, il parametro silt loading è stato assunto in modo cautelativo pari a 5 g/m^2 , valore rappresentativo di piazzali industriali interessati dalla movimentazione di materiali granulari. Il peso medio dei veicoli è stato assunto pari a 15 t, considerando mezzi conferitori di piccola e media capacità e automezzi in uscita carichi.

Applicando la relazione sopra riportata è stato determinato il fattore di emissione unitario e quindi l'emissione annua associata al traffico veicolare interno. Il valore ottenuto è stato successivamente corretto tenendo conto delle misure di mitigazione previste, quali la pulizia periodica del piazzale e la bagnatura delle superfici operative.

A partire dall'emissione stimata per il PM_{10} , sono state inoltre ricavate le emissioni relative alla frazione $PM_{2.5}$, assunta cautelativamente pari al 50% del PM_{10} , e alle polveri totali (PTS), considerando il PM_{10} rappresentativo di circa il 70% del particolato complessivamente emesso.

Nel caso in esame si assumono i seguenti valori:

$$k = 0,62,$$

$$sL = 5 \text{ g/m}^2$$

$$W = 15 \text{ t},$$

Sostituendo tali valori nella relazione si ottiene:

$$E = 0,62 \cdot (5)^{0,91} \cdot (15)^{1,02}$$

$$E = 0,62 \cdot 4,32 \cdot 15,72$$

$$E = 42,1 \text{ g/VKT}$$

Il fattore di emissione unitario associato al traffico veicolare interno risulta pertanto pari a 42,1 g/VKT.

L'emissione annua lorda di PM_{10} si ottiene moltiplicando il fattore di emissione per la percorrenza complessiva annua:

- EM lorda $PM_{10} = 42,1 \times 5.586 = 235,2$ kg/anno

Tenendo conto della presenza di misure di mitigazione, quali la pulizia periodica del piazzale e la bagnatura delle superfici, si assume in via cautelativa un'efficienza media di abbattimento pari al 50%.

L'emissione annua netta di PM_{10} risulta quindi pari a:

- EM netta $PM_{10} = 235,2 \times (1 - 0,50) = 117,6$ kg/anno

A partire dal valore di PM_{10} , si ricavano poi le altre frazioni granulometriche.

Assumendo cautelativamente $PM_{2,5} = 50\%$ del PM_{10} si ottiene:

- EM lorda $PM_{2,5} = 235,2 \times 0,50 = 117,6$ kg/anno
- EM netta $PM_{2,5} = 117,6 \times (1 - 0,50) = 58,8$ kg/anno

Per le polveri totali (PTS), assumendo che il PM_{10} rappresenti il 70% delle PTS, si ottiene:

- EM lorda PTS = $235,2 / 0,70 = 336,0$ kg/anno
- EM netta PTS = $336,0 \times (1 - 0,50) = 168,0$ kg/anno

In conclusione, le emissioni diffuse generate dal traffico veicolare su piazzale operativo possono essere stimate come segue:

- **PM10:** 235,2 kg/anno lordi; 117,6 kg/anno netti
- **PM2.5:** 117,6 kg/anno lordi; 58,8 kg/anno netti
- **PTS:** 336,0 kg/anno lordi; 168,0 kg/anno netti

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri utilizzati per la stima delle emissioni diffuse generate dal traffico veicolare interno e i risultati del calcolo emissivo.

Parametro	Valore assunto	Unità di misura
Mezzi in entrata	36	veicoli/giorno
Mezzi in uscita	21	veicoli/giorno
Traffico totale	57	veicoli/giorno
Percorso medio interno	350	m/veicolo
Percorrenza giornaliera	19,95	km/giorno
Giorni lavorativi	280	giorni/anno
Percorrenza annua	5.586	km/anno
Peso medio veicoli (W)	15	t
Silt loading (sL)	5	g/m ²
Coefficiente PM10 (k)	0,62	—
Fattore emissione PM10	42,1	g/VKT
Emissione lorda PM10	235,2	kg/anno
Efficienza mitigazione	50	%
Emissione netta PM10	117,6	kg/anno
Emissione netta PM2.5	58,8	kg/anno
Emissione netta PTS	168,0	kg/anno

Tabella 2 Parametri adottati per la stima delle emissioni diffuse di polveri generate dal traffico veicolare interno e risultati del calcolo emissivo su base annua

6.2 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI GENERATE DALLE OPERAZIONI DI FORMAZIONE E STOCCAGGIO DEI CUMULI

Le operazioni di scarico dei rifiuti nelle aree di stoccaggio comportano la formazione dei cumuli di materiale all'interno degli slot operativi e possono determinare la dispersione in atmosfera delle frazioni più fini durante la caduta del materiale dal cassone degli automezzi.

Il fenomeno emissivo è legato principalmente alle modalità di trasferimento dei materiali, alle caratteristiche granulometriche e al contenuto di umidità degli stessi, nonché all'altezza di scarico e alle condizioni meteorologiche presenti durante le operazioni.

La sorgente emissiva è stata individuata in coerenza con quanto descritto al paragrafo 1.3 delle Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni diffuse di polveri, relativo alle attività di formazione e stoccaggio dei cumuli di materiali sfusi.

Per la quantificazione delle emissioni si è fatto riferimento al modello richiamato dalle stesse linee guida ARPAT e riportato nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.4 “Aggregate Handling and Storage Piles”, relativo alle operazioni di movimentazione, trasferimento e formazione di cumuli di materiali granulari.

Ai fini del calcolo è stato considerato un quantitativo medio giornaliero di rifiuti conferiti all’impianto pari a circa 430 t/giorno, corrispondente a un volume di circa 290 m³/giorno, assumendo una densità media dei materiali pari a 1,5 t/m³.

Assumendo 280 giorni lavorativi/anno, la massa complessiva annua movimentata risulta pari a 120.400 t/anno, valore coerente con la capacità annua di progetto dell’impianto pari a 120.211 t/anno. Ai fini del presente calcolo è stato pertanto assunto il valore di 120.400 t/anno.

La stima delle emissioni è stata sviluppata utilizzando la relazione riportata nelle Linee guida ARPAT per la formazione e lo stoccaggio dei cumuli, derivata dal modello AP-42, espressa nella forma seguente:

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

dove:

- EF_i = fattore di emissione del particolato i-esimo, espresso in kg/Mg
- k_i = coefficiente dipendente dalla frazione granulometrica considerata
- u = velocità del vento (m/s)
- M = contenuto di umidità del materiale (%)

Il coefficiente 0,0016 rappresenta il fattore di conversione introdotto nella formulazione adottata da ARPAT per esprimere il fattore di emissione finale in unità del Sistema Internazionale (kg/Mg), a partire dalla formulazione originaria EPA espressa in unità anglosassoni.

Per il caso in esame si assumono i seguenti valori:

- $k = 0,35$ per il PM10
- $u = 4,3$ m/s
- $M = 4,8$ %

Il valore della velocità del vento è stato assunto sulla base dei dati anemometrici rilevati presso la stazione meteorologica di Galatina nel periodo compreso tra il 1998 e il 2017.

Si evidenzia inoltre che, in una recente valutazione previsionale dell'impatto atmosferico sviluppata dalla sottoscritta nel 2025 mediante modellistica meteorologica CALMET, basata su dati meteorologici annuali relativi al 2024 e riferita a un sito localizzato nella stessa provincia, sono stati stimati valori medi di velocità del vento inferiori, dell'ordine di circa 2 m/s.

Alla luce di tali evidenze, il valore di 4,3 m/s è stato mantenuto nel presente studio in quanto rappresenta un'ipotesi cautelativa e conservativa, idonea a garantire una stima prudentiale delle emissioni diffuse associate alla formazione e allo stoccaggio dei cumuli.

Sostituendo i valori nella relazione si ottiene:

$$EF_{PM10} = 0,35 \cdot 0,0016 \cdot (1,95)^{1,3} / (2,4)^{1,4}$$

$$EF_{PM10} \approx 3,92 \times 10^{-4} \text{ kg/Mg}$$

L'emissione annua lorda di PM₁₀ si ottiene moltiplicando il fattore di emissione per la massa annua complessivamente movimentata:

- EM lorda PM₁₀ = 0,000392 × 120.400 = 47,2 kg/anno

Tenendo conto delle misure di mitigazione previste presso l'impianto, quali la bagnatura dei materiali e delle aree di stoccaggio, si assume in via cautelativa un'efficienza media di abbattimento pari al 50%.

- EM netta PM₁₀ = 47,2 × (1 - 0,50) = 23,6 kg/anno

A partire dal valore di PM₁₀ si ricavano poi le altre frazioni granulometriche.

Assumendo cautelativamente PM_{2,5} = 50% del PM₁₀ si ottiene:

- EM lorda PM_{2,5} = 47,2 × 0,50 = 23,6 kg/anno
- EM netta PM_{2,5} = 11,8 kg/anno

Per le polveri totali (PTS), assumendo che il PM₁₀ rappresenti il 70% delle PTS, si ottiene:

- EM lorda PTS = 47,2 / 0,70 = 67,4 kg/anno
- EM netta PTS = 33,7 kg/anno

In conclusione, le emissioni diffuse generate dalle operazioni di formazione e stoccaggio dei cumuli possono essere stimate come segue:

- **PM10:** 47,2 kg/anno lordi; 23,6 kg/anno netti
- **PM2.5:** 23,6 kg/anno lordi; 11,8 kg/anno netti
- **PTS:** 67,4 kg/anno lordi; 33,7 kg/anno netti

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri utilizzati per la stima delle emissioni diffuse generate dalle operazioni di formazione e stoccaggio di cumuli e i risultati del calcolo emissivo.

Parametro	Valore assunto	Unità di misura
Quantitativo medio giornaliero conferito	430	t/giorno
Densità media materiali	1,5	t/m ³
Volume medio giornaliero conferito	286,7	m ³ /giorno
Giorni lavorativi	280	giorni/anno
Massa annua movimentata	120.400	t/anno
Coefficiente PM10 (k)	0,35	—
Velocità del vento (u)	4,3	m/s
Umidità del materiale (M)	4,8	%
Fattore di conversione	0,0016	—
Fattore di emissione PM10	$3,92 \times 10^{-4}$	kg/Mg
Emissione lorda PM10	47,2	kg/anno
Efficienza mitigazione	50	%
Emissione netta PM10	23,6	kg/anno
Emissione netta PM2.5	11,8	kg/anno
Emissione netta PTS	33,7	kg/anno

Tabella 3 Parametri adottati per la stima delle emissioni diffuse di polveri generate dalle operazioni di formazione e stoccaggio di cumuli e risultati del calcolo emissivo su base annua.

6.3 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE GENERATE DALL'EROSIONE EOLICA DEI CUMULI DI STOCCAGGIO

La presenza di cumuli di materiale stoccato all'aperto può determinare emissioni diffuse di polveri per effetto dell'azione del vento sulle superfici esposte. Il fenomeno è legato ai processi di erosione eolica degli strati superficiali del materiale e può comportare la dispersione in atmosfera delle frazioni più fini.

La sorgente emissiva è stata individuata in coerenza con quanto previsto al paragrafo 1.4 delle Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni diffuse di polveri, relativo alle emissioni generate dall'erosione eolica dei cumuli di materiali sfusi. Tali Linee guida, richiamando il documento U.S. EPA AP-42, prevedono che per il calcolo del fattore di emissione areale i cumuli vengano distinti in cumuli bassi e cumuli alti in funzione del rapporto tra altezza e diametro della base (H/D).

Ai fini della semplificazione del modello, viene inoltre assunto che i cumuli presentino una forma conica a base circolare. Nel caso di cumuli con geometria differente, come nel caso in esame in cui la base è rettangolare, è ritenuto sufficiente stimare una dimensione lineare rappresentativa del diametro della base circolare equivalente, avente la stessa superficie della base reale. Sulla base dei valori di altezza del cumulo H (m) e del diametro equivalente D (m), è quindi possibile determinare il rapporto H/D e individuare il fattore di emissione areale per le diverse frazioni di particolato.

Nel caso in esame il materiale è stoccato all'interno di box delimitati da setti in calcestruzzo, per cui la base dei cumuli presenta forma rettangolare.

Nel caso in esame, i materiali sono stoccati all'interno di box delimitati su tre lati da setti in calcestruzzo armato di altezza pari a circa 2 m, mentre il lato frontale risulta aperto per consentire le operazioni di scarico e movimentazione mediante mezzi meccanici. Dal progetto risultano complessivamente 16 slot di stoccaggio, di cui 2 destinati a utilizzi emergenziali e non considerati nell'esercizio ordinario dell'impianto. Gli slot effettivamente utilizzati risultano pertanto pari a 14, costituiti da 13 slot standard aventi dimensioni pari a 6×5 m, corrispondenti a una superficie di circa 30 m² ciascuno, e da uno slot di dimensioni maggiori, destinato allo stoccaggio del rifiuto CER 17.09.04, avente dimensioni pari a 8×6 m, con superficie di circa 48 m².

I cumuli vengono mantenuti con un'altezza inferiore a circa 2 m, in coerenza con l'altezza dei setti di contenimento. Ne deriva che le superfici laterali e posteriori risultano schermate, mentre restano esposte all'azione del vento la superficie superiore dei cumuli e il fronte libero sul lato aperto degli slot.

La superficie esposta è stata stimata mediante una schematizzazione geometrica semplificata, considerando la superficie superiore dei cumuli e il fronte libero, ed escludendo le superfici schermate dai setti. Sulla base di tale approccio, la superficie esposta è stata assunta pari a circa 40 m² per ciascuno slot standard e 60 m² per lo slot maggiore, per un totale complessivo di circa 580 m². In via cautelativa, il valore è stato arrotondato a 600 m² ai fini del calcolo emissivo.

Il diametro equivalente dei cumuli è stato determinato a partire dalla superficie di base degli slot

mediante la relazione: $D = \sqrt{4 \cdot A / \pi}$

Applicando tale relazione si ottiene:

- per gli slot standard (A = 30 m²): D = 6,2 m
- per lo slot maggiore (A = 48 m²): D = 7,8 m

Assumendo un'altezza del cumulo pari a circa 2 m, il rapporto H/D risulta pari a circa 0,32 per gli slot standard e 0,26 per lo slot maggiore. Tali valori risultano superiori alla soglia di 0,2 indicata dalle Linee guida ARPAT, per cui i cumuli presenti nell'impianto sono classificabili come cumuli alti.

Per tale tipologia di cumuli le Linee guida ARPAT indicano i seguenti fattori di emissione areali per movimentazione:

- PM10 = $7,9 \times 10^{-6}$ kg/m²
- PM2.5 = $1,26 \times 10^{-6}$ kg/m²
- PTS = $1,6 \times 10^{-5}$ kg/m²

Il rateo emissivo orario è determinato mediante la relazione:

$$E_i = EF_i \cdot a \cdot mov/h$$

dove il parametro mov/h rappresenta il numero medio di eventi che determinano il rinnovo delle superfici esposte del cumulo, rendendole nuovamente suscettibili ai fenomeni di erosione eolica. Nel caso in esame i cumuli non sono soggetti a rimaneggiatura continua, ma vengono interessati da operazioni di formazione, assestamento e prelievo connesse alle normali attività di scarico e carico dei

materiali; in considerazione della distribuzione temporale delle operazioni e del confinamento laterale garantito dai box, tale parametro è stato assunto in via cautelativa pari a 1 movimentazione/ora.

Assumendo quindi una superficie esposta complessiva pari a 600 m² e un numero medio di movimentazioni pari a 1 evento/ora, si ottengono i seguenti ratei emissivi:

- PM10 = 0,00474 kg/h
- PM2.5 = 0,000756 kg/h
- PTS = 0,0096 kg/h

Considerando un funzionamento medio dell'impianto pari a 8 ore/giorno e 280 giorni/anno, le emissioni annue lorde risultano pari a:

- EM lorda PM10 = 10,6 kg/anno
- EM lorda PM2.5 = 1,7 kg/anno
- EM lorda PTS = 21,5 kg/anno

Tenendo conto delle misure di mitigazione previste presso l'impianto, quali la bagnatura periodica dei materiali e delle superfici, l'impiego di sistemi di nebulizzazione, il confinamento laterale dei cumuli mediante setti, la copertura mediante teloni e la presenza di barriere frangivento, si assume un'efficienza media di abbattimento pari al 50%. Le emissioni annue nette risultano pertanto pari a:

- EM netta PM10 = 5,3 kg/anno
- EM netta PM2.5 = 0,85 kg/anno
- EM netta PTS = 10,8 kg/anno

In conclusione, le emissioni diffuse generate dall'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio possono essere stimate come segue:

- **PM10:** 10,6 kg/anno lordi; 5,3 kg/anno netti
- **PM2.5:** 1,7 kg/anno lordi; 0,85 kg/anno netti
- **PTS:** 21,5 kg/anno lordi; 10,8 kg/anno netti

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri utilizzati per la stima delle emissioni diffuse generate dall'erosione eolica dei cumuli e i risultati del calcolo emissivo.

Parametro	Valore assunto	Unità di misura
Slot utilizzati in esercizio ordinario	14	n.
Superficie esposta slot standard	40	m ²
Superficie esposta slot maggiore	60	m ²
Superficie esposta complessiva	600	m ²
Altezza massima cumuli	2	m
Altezza setti contenimento	2	m
Quota emergente esposta	trascurabile	m
Diametro equivalente base	6,2 – 7,8	m
Rapporto H/D	0,26 – 0,32	–
Movimentazioni medie cumuli	1	mov/h
Ore operative annue	2.240	h/anno
Fattore emissione PM10	$7,9 \times 10^{-6}$	kg/m ²
Fattore emissione PM2.5	$1,26 \times 10^{-6}$	kg/m ²
Fattore emissione PTS	$1,6 \times 10^{-5}$	kg/m ²
Emissione lorda PM10	10,6	kg/anno
Emissione lorda PM2.5	1,7	kg/anno
Emissione lorda PTS	21,5	kg/anno
Efficienza mitigazione	50	%
Emissione netta PM10	5,3	kg/anno
Emissione netta PM2.5	0,85	kg/anno
Emissione netta PTS	10,8	kg/anno

Tabella 4 Parametri adottati per la stima delle emissioni diffuse di polveri generate dall'erosione eolica dei cumuli e risultati del calcolo emissivo su base annua

6.4 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE GENERATE DALLE OPERAZIONI DI CARICO SUGLI AUTOMEZZI IN USCITA

Le operazioni di carico dei materiali sugli automezzi destinati al trasferimento verso impianti di recupero costituiscono una potenziale sorgente di emissione diffusa di polveri. Durante il sollevamento del materiale dal cumulo e il successivo scarico nel cassone del veicolo possono infatti verificarsi fenomeni di dispersione in atmosfera delle frazioni più fini, soprattutto nel caso di materiali granulari o parzialmente essiccati.

Nel caso in esame, il carico dei materiali avviene direttamente dai cumuli di stoccaggio mediante l'impiego di pala meccanica, senza l'utilizzo di nastri trasportatori o sistemi di alimentazione automatizzati. Le operazioni consistono nel prelievo del materiale dal cumulo, nel suo sollevamento e nel successivo trasferimento nel cassone del mezzo in uscita, con conseguente disturbo delle superfici del cumulo e possibile emissione di polveri aerodisperse.

Nelle Linee guida ARPAT per la stima delle emissioni diffuse di polveri, il tema del carico sugli automezzi è trattato nell'ambito delle attività di movimentazione dei materiali, con riferimento a specifiche categorie emissive relative al truck loading associate in particolare a impianti di frantumazione o a sistemi di carico tramite nastro trasportatore. Tali condizioni operative risultano tuttavia non pienamente assimilabili al caso in esame, in cui il carico avviene direttamente dai cumuli mediante mezzi meccanici.

Le stesse Linee guida ARPAT evidenziano inoltre che, per alcune tipologie di carico sugli automezzi, non è disponibile un fattore di emissione specifico. In tali situazioni viene indicata la possibilità di utilizzare fattori emissivi alternativi relativi ad attività analoghe, adottando un criterio cautelativo e motivando tecnicamente la scelta del riferimento metodologico.

In considerazione delle modalità operative effettivamente previste presso l'impianto e dell'assenza di un fattore emissivo ARPAT pienamente rappresentativo del carico da cumulo mediante pala meccanica, la stima delle emissioni è stata sviluppata facendo riferimento ai modelli emissivi riportati nel documento U.S. EPA AP-42 – Section 13.2.4 “Aggregate Handling and Storage Piles”, relativo alle operazioni di movimentazione e trasferimento di materiali granulari.

Il fattore di emissione unitario è espresso mediante la relazione:

$$EF = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} / \left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}$$

dove:

- EF = fattore di emissione (kg/Mg)
- k = coefficiente dimensionale (pari a 0,35 per PM10)
- U = velocità media del vento (m/s)
- M = contenuto di umidità del materiale
- Il coefficiente 0,0016 rappresenta il fattore di conversione necessario per esprimere il fattore emissivo nelle unità del Sistema Internazionale.

Nel caso in esame sono stati assunti i seguenti valori:

- U = 4,3 m/s, valore cautelativo derivante dai dati della stazione meteorologica di Galatina;
- M = 4,8%, valore medio rappresentativo di materiali stoccati all'aperto e soggetti a bagnatura periodica.

Sostituendo i valori nella relazione si ottiene:

$$EF_{PM10} = 0,35 \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{4,3}{2,2}\right)^{1,3} / \left(\frac{4,8}{2}\right)^{1,4} \approx 0,00039 \text{ kg/Mg}$$

Il quantitativo annuo di materiale movimentato in uscita dall'impianto è assunto pari al quantitativo complessivo gestito, pari a circa 120.400 t/anno.

L'emissione annua lorda di PM10 associata alle operazioni di carico risulta pertanto pari a:

- EM lorda PM₁₀ = 0,00039 · 120.400 = 46,9 kg/anno

Tenendo conto delle misure di mitigazione previste presso l'impianto, quali la bagnatura dei materiali e la gestione controllata delle operazioni di carico, si assume un'efficienza media di abbattimento pari al 50%.

- EM netta PM₁₀ = 23,5 kg/anno

A partire dal valore di PM₁₀ si ricavano le altre frazioni granulometriche assumendo, in via cautelativa PM_{2,5} pari al 50% del PM₁₀ e PM₁₀ pari al 70% delle polveri totali (PTS).

Ne derivano:

- EM lorda PM_{2.5} = 23,5 kg/anno
- EM netta PM_{2.5} = 11,8 kg/anno
- EM lorda PTS = 67,0 kg/anno

- EM netta PTS = 33,5 kg/anno

In conclusione, le emissioni diffuse generate dalle operazioni di carico dei rifiuti sugli automezzi possono essere stimate come segue:

- **PM10:** 46,9 kg/anno lordi; 23,5 kg/anno netti
- **PM2.5:** 23,5 kg/anno lordi; 11,8 kg/anno netti
- **PTS:** 67,0 kg/anno lordi; 33,5 kg/anno netti

Nella tabella seguente sono riportati i principali parametri utilizzati per la stima delle emissioni diffuse generate dal carico dei rifiuti sugli automezzi e i risultati del calcolo emissivo.

Parametro	Valore assunto	Unità di misura
Modalità di carico	Da cumulo con pala	—
Quantitativo annuo movimentato	120.400	t/anno
Velocità media vento (Galatina)	4,3	m/s
Contenuto di umidità materiale	4,8	%
Coefficiente dimensionale k	0,35	—
Fattore conversione	0,0016	—
Fattore emissione PM10	0,00039	kg/Mg
Emissione lorda PM10	46,9	kg/anno
Efficienza mitigazione	50	%
Emissione netta PM10	23,5	kg/anno
Emissione netta PM2.5	11,8	kg/anno
Emissione netta PTS	33,5	kg/anno

Tabella 5 Parametri adottati per la stima delle emissioni diffuse di polveri generate dal carico dei rifiuti sugli automezzi e risultati del calcolo emissivo su base annua

6.5 QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI

Nel presente capitolo è stata sviluppata la stima previsionale delle emissioni diffuse di polveri generate dalle principali attività operative previste presso l'impianto, con particolare riferimento al traffico

veicolare interno, alla formazione e gestione dei cumuli di stoccaggio, all'erosione eolica delle superfici esposte e alle operazioni di carico dei materiali sugli automezzi in uscita.

La valutazione è stata condotta in coerenza con le Linee guida ARPAT per la stima delle emissioni diffuse di polveri, utilizzando, ove necessario, i fattori di emissione e i modelli emissivi riportati nel documento U.S. EPA AP-42, adottando ipotesi cautelative in relazione ai parametri operativi e alle condizioni meteorologiche del sito.

Le emissioni risultano riconducibili esclusivamente a fenomeni di tipo diffuso e discontinuo, connessi alle normali operazioni di movimentazione e deposito temporaneo dei materiali, in assenza di attività di trattamento meccanico quali frantumazione o vagliatura.

Le misure gestionali previste, tra cui la bagnatura periodica delle superfici e dei materiali, il confinamento dei cumuli all'interno di box delimitati, la copertura dei cumuli mediante teloni, la presenza di barriere frangivento, contribuiscono a contenere il potenziale emissivo complessivo.

Nella tabella seguente si riporta il quadro riepilogativo delle emissioni diffuse nette stimate per ciascuna sorgente considerata, su base annua e su base oraria.

Sorgente emissiva	PM10 netto (kg/anno)	PM2.5 netto (kg/anno)	PTS netto (kg/anno)
Traffico veicolare su piazzale	117,6	58,8	168,0
Formazione e stoccaggio cumuli	23,6	11,8	33,7
Erosione eolica dei cumuli	5,3	0,85	10,8
Carico materiali su mezzi in uscita	23,5	11,8	33,5
Totale emissioni diffuse	170,0	83,3	246,0

Tabella 6 Quadro riepilogativo delle emissioni diffuse nette di particolato (PM10, PM2.5 e PTS) stimate su base annua per ciascuna sorgente emissiva individuata nell'impianto

RELAZIONE PREVISIONALE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Sorgente emissiva	PM10 netto (kg/h)	PM2.5 netto (kg/h)	PTS netto (kg/h)
Traffico veicolare su piazzale	0,0525	0,0263	0,0750
Formazione e gestione cumuli	0,0105	0,0053	0,0150
Erosione eolica dei cumuli	0,0024	0,0004	0,0048
Carico materiali su mezzi in uscita	0,0105	0,0053	0,0150
Totale emissioni diffuse	0,0759	0,0372	0,1098

Tabella 7 Quadro riepilogativo delle emissioni diffuse nette di particolato (PM10, PM2.5 e PTS) stimate su base oraria per ciascuna sorgente emissiva individuata nell'impianto.

7 . VALORI SOGLIA DELLE EMISSIONI

Nei capitoli precedenti è stata sviluppata la stima previsionale delle emissioni diffuse di polveri generate dalle attività operative previste presso l'impianto, mediante applicazione dei fattori emissivi e dei modelli contenuti nel documento "AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors" dell'U.S. Environmental Protection Agency (EPA), secondo l'impostazione metodologica richiamata dalle Linee guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di movimentazione, trasporto e stoccaggio di materiali polverulenti.

Le emissioni così determinate sono espresse in termini di portata massica (g/h o kg/anno), mentre la normativa vigente in materia di qualità dell'aria, rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., definisce valori limite riferiti alle concentrazioni di particolato in atmosfera. In particolare, per il PM₁₀ sono previsti un valore limite annuale pari a 40 µg/m³ e un valore limite giornaliero pari a 50 µg/m³, da non superare per più di 35 giorni nell'anno civile; per il PM₂₅ è stabilito un valore limite annuale pari a 25 µg/m³.

Al fine di rendere confrontabili i valori emissivi stimati con i limiti normativi espressi in termini di concentrazione, le Linee guida ARPAT fanno riferimento a specifiche simulazioni modellistiche di dispersione atmosferica, dalle quali emerge che, in un ampio intervallo di condizioni meteorologiche ed emissive, sussiste una relazione di proporzionalità tra emissioni e concentrazioni al suolo. Tale relazione consente di individuare emissioni di riferimento al di sotto delle quali risulta presumibilmente escluso il rischio di superamento dei limiti di qualità dell'aria.

Sulla base di tali simulazioni, le Linee guida individuano valori soglia assoluti di emissione di PM₁₀ variabili in funzione della distanza tra la sorgente emissiva e i potenziali recettori e della durata annuale delle attività emissive. Tali valori sono riportati nella Tabella 13 delle Linee guida e costituiscono un utile criterio preliminare per la valutazione della compatibilità ambientale delle emissioni diffuse.

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

Tabella 8 Tabella 13 delle linee guida ARPAT con soglie assolute di emissione PM_{10} al variare della distanza dalla sorgente e al variare del numero di giorni di emissione (i valori sono espressi in g/h)

Nel caso in esame, assumendo in via cautelativa l'ipotesi di distanza minima tra sorgente e recettori (intervallo 0–50 m) e considerando una durata annua delle attività pari a circa 280 giorni, il valore soglia assoluto desumibile dalla citata tabella risulta pari a 152 g/h.

Le Linee guida prevedono inoltre l'applicazione di un fattore cautelativo pari a 2, finalizzato a tenere conto delle possibili differenze tra le condizioni reali di esercizio e quelle considerate nello studio modellistico. L'applicazione di tale fattore consente di individuare soglie operative semplificate, riportate nelle tabelle successive (tra cui la Tabella 15), al di sotto delle quali le emissioni possono essere considerate, in via preliminare, compatibili con il rispetto dei limiti di qualità dell'aria. Per l'intervallo di distanza e per la durata annua delle attività considerate, il valore cautelativo risulta pari a 76 g/h.

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<76	Nessuna azione
	76 ÷ 152	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 152	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<160	Nessuna azione
	160 ÷ 321	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 321	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<331	Nessuna azione
	331 ÷ 663	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 663	Non compatibile (*)
>150	<453	Nessuna azione
	453 ÷ 908	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 908	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella 9 Tabella 15 delle linee guida ARPAT con valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività compreso tra 250 e 300 giorni/anno

Il valore complessivo di emissione diffusa di PM₁₀ stimato per l'impianto, pari a circa 75,9 g/h, risulta inferiore, seppur prossimo, a tale soglia cautelativa. Pertanto, sulla base del criterio semplificato previsto dalle Linee guida ARPAT, le emissioni diffuse associate all'esercizio dell'impianto possono essere considerate preliminarmente compatibili con il rispetto dei limiti normativi di qualità dell'aria, nell'ambito delle ipotesi cautelative adottate, senza evidenziare la necessità di ulteriori approfondimenti modellistici.

Si evidenzia tuttavia che i valori stimati sono stati determinati adottando ipotesi cautelative. In particolare:

- le emissioni dovute all'erosione eolica dei cumuli sono state calcolate assumendo superfici esposte al vento, senza considerare la reale presenza dei setti di contenimento, che schermano i cumuli su tre lati;
- l'impianto è situato all'interno di una cava, quindi in una posizione ribassata rispetto al terreno circostante, condizione che comporta una minore esposizione ai venti rispetto a un'area aperta;
- è stato utilizzato un valore di velocità del vento elevato e cautelativo.

Nella realtà i cumuli risultano meno esposti al vento, la dispersione delle polveri è più limitata e le emissioni effettive sono verosimilmente inferiori a quelle stimate. Di conseguenza, i valori ottenuti possono essere considerati prudenziali e sovrastimati rispetto alle reali condizioni dell'impianto.

8 CONCLUSIONI

La presente relazione ha avuto lo scopo di valutare, in via previsionale, le emissioni diffuse di polveri generate dalle attività di gestione di rifiuti speciali non pericolosi previste presso l'impianto della società IDROCAVE S.r.l., destinato allo svolgimento dell'operazione di recupero R13 (messa in riserva).

La valutazione è stata sviluppata mediante analisi del ciclo operativo, individuazione delle principali sorgenti emissive diffuse e successiva stima quantitativa delle emissioni associate alle diverse fasi di gestione dei materiali, quali il traffico veicolare interno, la formazione e la movimentazione dei cumuli di stoccaggio, l'erosione eolica delle superfici esposte e le operazioni di carico sui mezzi in uscita.

L'impostazione metodologica adottata ha fatto riferimento alle Linee guida ARPAT per la stima delle emissioni diffuse di polveri, integrate, ove necessario, con l'applicazione dei modelli e dei fattori emissivi riportati nel documento AP-42 dell'U.S. Environmental Protection Agency, ampiamente riconosciuto nella letteratura tecnico-scientifica internazionale per la valutazione delle emissioni atmosferiche associate a sorgenti diffuse.

Le stime sono state sviluppate adottando un approccio cautelativo, in modo da non sottostimare le emissioni dell'impianto. A tal fine sono state considerate condizioni operative e parametri meteorologici prudenziali. In particolare, è stata assunta una velocità del vento pari a 4,3 m/s, valore superiore a quello realisticamente atteso nel sito, ed è stato adottato per il traffico veicolare un valore di silt loading elevato (5 g/m²), rappresentativo di condizioni gravose.

Nella valutazione è stata inoltre ipotizzata una frequente movimentazione dei cumuli, tale da massimizzare il potenziale emissivo, e sono state comunque considerate le emissioni dovute all'erosione eolica, pur in presenza di condizioni reali che ne riducono sensibilmente l'entità. A questo si aggiunge che, nella stima dell'erosione eolica, sono state assunte superfici esposte più ampie rispetto a quelle effettive, senza tenere pienamente conto dell'effetto schermante dei setti di contenimento presenti su tre lati.

Non è stata inoltre completamente valorizzata la reale configurazione del sito, che si sviluppa all'interno di una cava e quindi in posizione ribassata rispetto al terreno circostante, condizione che comporta una naturale riduzione dell'esposizione ai venti.

Nel complesso, per tutte le sorgenti considerate, sono state adottate ipotesi conservative, assumendo livelli di movimentazione dei materiali e superfici esposte tali da rappresentare una situazione di emissione massima.

In particolare, anche le emissioni dovute all'azione del vento sui cumuli sono state incluse in modo cautelativo, considerando condizioni più sfavorevoli rispetto a quelle reali. Nella pratica, infatti, i materiali sono stoccati all'interno di box delimitati su tre lati, spesso coperti con teloni, e l'impianto è situato in un'area depressa, fattori che riducono in modo significativo l'azione del vento e, di conseguenza, il potenziale di emissione delle polveri.

Il confronto tra le emissioni diffuse complessivamente stimate e i valori soglia individuati nelle Linee guida ARPAT ha evidenziato che il potenziale emissivo dell'impianto risulta inferiore ai livelli cautelativi individuati per la verifica preliminare della compatibilità con i limiti di qualità dell'aria previsti dal D.Lgs. 155/2010.

Le emissioni considerate risultano riconducibili a fenomeni di tipo diffuso, discontinuo e strettamente connessi alle normali operazioni di movimentazione e deposito temporaneo dei materiali, in assenza di attività di trattamento meccanico quali frantumazione, selezione o vagliatura. Tale configurazione operativa, unitamente alle misure gestionali previste, contribuisce a contenere il contributo emissivo complessivo e a limitare il potenziale impatto sull'ambiente circostante.

Alla luce delle valutazioni effettuate e delle ipotesi cautelative adottate, si può pertanto ritenere che l'esercizio dell'impianto non determini criticità significative in termini di emissioni diffuse di polveri e risulti compatibile con il contesto territoriale e con gli obiettivi di tutela della qualità dell'aria.