

**ASPETTI SIGNIFICATIVI RELATIVI AL SOLLEVAMENTO DI POLVERI  
DAI CUMULI COPERTI  
PARCHI OMO - COKE – AGGLOMERATO - CALCARE**

La presente relazione ha l'obiettivo di definire:

1. la concentrazione massima di polveri che può essere emessa dai parchi coperti in conseguenza dei processi di ventilazione naturale;
2. provvedimenti di nebulizzazione volti:
  - a. a mantenere la concentrazione delle polveri emesse al di sotto del limite di  $10\text{mg/Nm}^3$
  - b. a stabilire e mantenere condizioni sanitarie corrette all'interno delle coperture in occasione dell'intervento di personale negli ambienti di stoccaggio delle materie prime.

**EROSIONE DEI CUMULI PER L'AZIONE DEL VENTO**

La metodologia utilizzata a livello internazionale per la stima dell'emissione diffusa di polvere sollevata dai cumuli è fornita dalla normativa EPA AP-42 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" che considera l'erosione ad opera del vento.

Nel caso in oggetto il vento a cui sono sottoposti i cumuli stoccati al di sotto delle coperture è costituito dalle correnti d'aria indotte dall'aerazione naturale dei depositi coperti. Se si considera, per ciascuna copertura, come velocità di riferimento quella di progetto (tab.1) indotta durante la stagione estiva sulla sezione di presa degli aeratori posti sul colmo della copertura, laddove si instaurano le maggiori velocità ascensionali, le emissioni diffuse stimate secondo il suddetto metodo EPA risultano nulle.

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare "D3" (Conv. 1/1)	Calcare "I" (Nastri 5/3 e 6/2)
Velocità vento (m/s)	1,26	1,13	1,02	1,03	1,21

***Tabella 1.** Velocità di progetto nella stagione estiva*

Al fine di operare in via del tutto cautelativa, si è considerato per il calcolo della stima delle emissioni diffuse di polveri, in conformità a quanto previsto dal metodo EPA succitato, le raffiche di vento rilevate dall'anemometro per l'anno 2012 posto in prossimità dei parchi primari dello stabilimento che in alcuni casi risultano circa 10 volte maggiori rispetto a quelle di progetto; così facendo si è determinata la stima delle emissioni diffuse senza considerare la presenza delle coperture fisse. In allegato 1 si riportano le superfici di ciascun cumulo esposte all'azione del vento determinate sulla base del volume massimo di progetto. In allegato 2 si riportano le stime delle emissioni diffuse di polveri per ciascun cumulo, di seguito sintetizzate in tabella 2.

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare “D3” (Conv. 1/1)	Calcare “1” (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Emissione diffuse (g/a)</b>	308.192,3	50.793,43	326.538,04	158.096,65	132.152,44

**Tabella 2.** Stima annua delle emissioni diffuse di polveri in condizioni secche

La ventilazione naturale è in grado di assicurare un determinato ricambio di aria che, in questo caso, è stato calcolato come media tra i volumi orari asportati nella stagione estiva e quelli della stagione invernale (tabella 3).

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare “D3” (Conv. 1/1)	Calcare “1” (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Volume ricambio orario (m<sup>3</sup>/h)</b>	1.510.000	86.000	1.675.000	427.179	391.460

**Tabella 3.** Volumi di ricambio orario per la ventilazione naturale

Sulla base della massa totale delle polveri erose dalle correnti di convezione naturale e della portata oraria di volume asportato dagli aeratori, si possono calcolare le concentrazioni medie di polvere nell’atmosfera dei depositi coperti (Tabella 4).

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare “D3” (Conv. 1/1)	Calcare “1” (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Concentrazione polveri (mg/m<sup>3</sup>)</b>	0,023	0,067	0,022	0,042	0,039

**Tabella 4.** Concentrazioni di polveri

La concentrazione media delle polveri dovuta all’erosione delle correnti d’aria indotte dalla ventilazione reale rilevata dall’anemometro è comunque molto inferiore ai 10mg/Nm<sup>3</sup> che costituiscono la soglia di sicurezza per evitare l’emissione di concentrazioni pericolose per la salute e l’ambiente.

Pertanto, si considerano le emissioni diffuse che potrebbero generarsi durante i transitori (attività di messa a parco dei materiali o di movimentazione dei mezzi all’interno delle coperture) che temporaneamente potrebbero indurre concentrazioni significativamente maggiori rispetto a quelle calcolate in precedenza; tali emissioni sono state determinate rispettivamente tramite i metodi EPA AP42 13.2.4 “Aggregate Handling and Storage Piles” e EPA AP42 13.2.2 “Unpaved Roads”.

Alla luce di quanto sopra esposto, si riportano di seguito (tab.5) i dati di concentrazione di polvere in aria ambiente determinati senza considerare la nebulizzazione/umidificazione del materiale e utilizzando i ricambi d’aria riportati in tabella 3.

Per quanto concerne le emissioni diffuse generate dalla movimentazione dei mezzi all’interno delle coperture su strade non pavimentate, si è considerato il transito di un mezzo avente massa di 25 ton che compie un percorso di 400 km/a (corrispondenti a circa 1 km/g).

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare “D3” (Conv. 1/1)	Calcare “1” (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Concentrazione polveri generate durante la messa a parco (mg/m<sup>3</sup>)</b>	0,036	<b>29,923</b>	0,039	0,695	0,138
<b>Concentrazione polveri generate da movimentazione stradale (mg/m<sup>3</sup>)</b>	0,067	1,172	0,060	0,236	0,258

**Tabella 5.** Concentrazioni di polveri durante i transitori

Per ridurre tali emissioni diffuse generate per il parco agglomerato, è previsto un sistema di bagnatura in corrispondenza dell'altezza di caduta massima del tubo durante la messa a parco che permette di abbattere le emissioni in un range dell'80÷98 % come menzionato dal BREF sugli stoccaggi dettagliatamente riportato più avanti (*“Achieved environmental benefits: When spraying with water only, the estimated effectiveness is 80÷98 %”*); assumendo il valore medio di tale range le concentrazioni di polveri durante i transitori risultano come di seguito (tab. 6).

Parco	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare “D3” (Conv. 1/1)	Calcare “1” (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Concentrazione polveri generate durante la messa a parco (mg/m<sup>3</sup>)</b>	0,036	3,291	0,039	0,695	0,138
<b>Concentrazione polveri generate da movimentazione stradale (mg/m<sup>3</sup>)</b>	0,067	1,172	0,060	0,236	0,258

**Tabella 6.** Concentrazioni di polveri durante i transitori con umidificazione messa a parco agglomerato

In considerazione di quanto illustrato in precedenza si ritiene che il sistema di umidificazione previsto all'interno delle aree coperte è necessario per minimizzare la polverosità diffusa all'interno delle stesse. Pertanto anche alla luce di quanto richiesto da ARPA Puglia con nota n. 427/2013 dell'11 ottobre 2013 (allegato 5), non si ritiene necessaria l'installazione di un sistema di aspirazione ed abbattimento delle polveri. Il sistema di umidificazione garantisce inoltre una riduzione dei consumi energetici rispetto all'installazione di un sistema di aspirazione ed abbattimento delle polveri ed evita la produzione di rifiuti legata a tale sistema.

## INDUZIONE DI NEBBIA ARTIFICIALE AL DI SOTTO DEL COPERTURE

L'utilizzo dei sistemi di nebulizzazione è indicato e suggerito nel documento BREF della Commissione Europea del luglio 2006 (Emissions From storage pr.4.4.6.8):

*Description: The moistening of bulk materials by sprinkler irrigation is a practically proven technique to prevent dust formation from loading/unloading activities. The spraying can be carried out by using a permanent installation or mobile containers (e.g. tankers).*

*Water curtains are, e.g. used to keep dust in the hopper when grabs are opened above the water curtain. Another example is the tipping to stockpiles made through chutes equipped with wet suppression systems.*

*Efforts have been made to produce finer drops for binding the fine dust particles. These have involved the development of special nozzles for use with compressed air and the use of additives.*

*Achieved environmental benefits: When spraying with water only, the estimated effectiveness is 80 – 98 %.*

*Applicability: The technique of water spraying is simple, but application is limited to bulk material that is not sensitive to moisture. Spraying is particularly suitable for existing plants where the space for installing extraction equipment is not sufficient and water resources are available.*

*Cross-media effects: The water consumption is relatively high and the sprinkling can make the material too wet to handle. Sometimes the material needs to be dried later, which can lead to increased energy consumption. The collected run-off water may need to be treated.*

*Reference literature: [17, UBA, 2001] [78, DCMR Milieudienst Rijnmond, 1995] [133, OSPAR, 1998] [74, Corus, 2002]*

Per evitare la formazione di pozzanghere, accumuli d'acqua a terra ed eccessi di consumo di acqua ed energia, l'intervento di nebulizzazione deve essere realizzato nei punti di maggiore criticità ed attivato solo quando necessario.

Per i parchi coperti dell'agglomerato la nebulizzazione deve essere realizzata in corrispondenza dell'altezza di caduta massima del tubo durante la messa a parco, nel punto di caduta e un anello di nebulizzatori va posto sul colmo dell'edificio in corrispondenza della sezione di presa degli aeratori.

Batterie di nebulizzatori in grado di formare delle barriere di acqua devono essere realizzate in prossimità delle sezioni di presa degli aeratori. Un efficiente abbattimento prevede che la portata oraria (tabella 7) sia in grado di captare le polveri in sollevamento e di generare il desiderato effetto di pulitura, che può essere garantito da gocce di diametro sufficientemente piccolo (150µm).

<b>Parco</b>	Coke	Agglomerato	Omogeneizzato	Calcare "D3" (Conv. 1/1)	Calcare "1" (Nastri 5/3 e 6/2)
<b>Portata oraria nebulizzatori (m<sup>3</sup>/h)</b>	0,5	0,04	0,7	0,3	0,3

**Tabella 7.** Portata oraria minima nebulizzatori

L'efficienza di questo sistema risiede nella captazione delle polveri da parte dei nuclei di acqua in sospensione. Tale azione prende il nome di effetto di scavenging (di pulitura o lavaggio) dell'aria da parte delle particelle umide. L'effetto di scavenging dipende dalla dimensione della goccia nebulizzata, dalla velocità del particolato che deve essere intercettato, dalla densità delle gocce nebulizzate (ossia il loro numero per unità di volume) e dalla somma della loro area trasversale rispetto alla superficie complessiva che deve essere coperta. Gli ultimi due aspetti sono garantiti dalle portate garantite dai nebulizzatori, mentre la captazione della polvere da parte delle gocce nebulizzate dipende dalla dimensione della goccia, poiché è

regolata dal valore del numero di Stokes ( $S$ )<sup>1</sup>. L'abbattimento di polvere diffusa attraverso nebulizzazione all'interno dei depositi coperti diviene utile nel caso l'atmosfera debba essere resa salubre per interventi di manutenzione all'esterno delle cabine protette. Anche tale intervento è associato alla necessità di diminuire la polverosità in corrispondenza di transitori o di particolari interventi di disturbo dei cumuli. In questo caso si adotterà un sistema a nebulizzatori rotanti con diametri di Sauters pari a  $150\mu\text{m}$  e portata complessiva fornita dall'area su cui insiste il volume che va depolverato:

$$P = A_i \times 0.001 \text{ m}^3 / \text{h}$$

dove  $A_i$  è la superficie da irrorare espressa in  $\text{m}^2$ . L'azionamento del dispositivo di nebulizzazione è in grado di abbattere la polverosità in 30 minuti, quindi andrà azionato nell'area di interesse almeno 30 minuti prima dell'intervento degli operatori.

Taranto, 4 ottobre 2013

*Carlo Mapelli*

Prof. Ing. Carlo Mapelli

---

<sup>1</sup> Il valore del numero di Stokes calcolato per particelle di polvere con densità di  $1500\text{kg}/\text{m}^3$ , diametro di  $2\mu\text{m}$  e trascinate a  $1\text{m}/\text{s}$ , in presenza di nuclei di nebbia artificiale del diametro di  $150\mu\text{m}$ , si ottengono valori del numero di Stokes pari a 1, quindi per tutte le particelle di dimensione superiore a  $2\mu\text{m}$  la condizione di captazione è rispettata. Le particelle con un basso numero di Stokes seguono linee di flusso fluide (perfetta avvezione) che evitano l'ostacolo (nella fattispecie le goccioline di nebbia artificiale) mentre per un numero di Stokes alto, domina l'inerzia della particella che così non riesce a deviare tra una goccia e quelle adiacenti, così la particella di polvere continuerà lungo la sua traiettoria iniziale ed impatterà sui nuclei della nebbia artificiale (figura 1).

Figura 1

