



REGIONE CAMPANIA

PROVINCIA di CASERTA COMUNE di PIGNATARO MAGGIORE

Piattaforma polifunzionale
per la gestione dei rifiuti pericolosi e non
sita nell'Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)
Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D.Lgs 03/04/2006 N°152 e s.m.i.



F.lli Gentile F & R S.r.l.

Sede legale:
via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026 Casoria (NA)
Nuova sede Operativa:
Agglomerato industriale S.S. Via Appia 7 - 81052 Pignataro Maggiore (CE)
tel/fax: 081-7584622 mobile: 348-6536295
web: www.fratelligentile.it P.Iva: 01356301216

IL RICHIEDENTE

F.lli Gentile F & R S.r.l.
Via IV Traversa Pietro Nenni, 10 - 80026
Casoria (CE)
tel/fax: 081-7584622
web: www.fratelligentile.it
P.Iva: 01356301216

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Iorio Raffaele
mobile: 347-6524334
e-mail: r.iorio@ingiorio.it



XA S.n.c. di Vigilante Simona & C.

Strada Gagliano, 70 65013 Città Sant'Angelo (PE)
P.Iva 02006890681
mobile (+39) 339.3255861 - (+39) 329.7609789
e-mail: info@xasnc.it url: www.xasnc.it



FORMA S.r.l.

Vico Santa Caterina, 6 65013 Città Sant'Angelo (PE)
P.Iva 02022390682 tel./fax (+39) 085.9153461
e-mail: info@studioforma.it url: www.studioforma.it

Riferimento
commessa:

Nome cliente:
F.lli Gentile F & R S.r.l.

Località:
Pignataro Maggiore (CE)

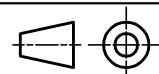
Progetto generale:
Piattaforma polifunzionale

Informazione
elaborato:

Allegato L - Scheda "Emissioni in atmosfera"

Disegni di riferimento N°:

Scala disegno:
1:1



Redatto:
09/02/2017
FORMA S.r.l.

Approvato:
15/02/2017
XA S.n.c.

Disegno num.:
16.111.03A.0011

Rev. Pagina

b

Ultima rev.: b Revisione per integrazioni richieste del 24/11/2017

01/03/18 FORMA S.r.l.

E' vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico

**REGIONE CAMPANIA****SCHEDA «L»: EMISSIONI IN ATMOSFERA****NOTE DI COMPILAZIONE**

Nella compilazione della presente scheda si suggerisce di effettuare una prima organizzazione di **tutti i punti di emissione esistenti** nelle seguenti categorie:

- a) i punti di emissione relativi ad *attività escluse dall'ambito di applicazione dell'ex-D.P.R. 203/88¹* ai sensi del D.P.C.M. 21 Luglio 1989 (ad esempio impianti destinati al riscaldamento dei locali);
- b) i punti di emissione relativi ad *attività non soggette alla procedura autorizzatoria di cui agli articoli 7, 12 e 13 dell'ex-D.P.R. 203/88* ai sensi dell'art. 3 del D.P.C.M. 21 Luglio 1989 (ad esempio le emissioni di laboratori o impianti pilota);
- c) i punti di emissione relativi ad *attività ad inquinamento atmosferico poco significativo*, ai sensi dell'Allegato I al D.P.R. 25 Luglio 1991;
- d) i punti di emissione relativi ad *attività a ridotto inquinamento atmosferico*, ai sensi dell'Allegato I al D.P.R. 25 Luglio 1991.
- e) tutte le altre emissioni non comprese nelle categorie precedenti, evidenziando laddove si tratti di camini di emergenza o di by-pass.

Tutti i punti di emissione appartenenti alle categorie da a) a d) potranno essere semplicemente elencati. Per **i soli punti di emissione appartenenti alla categoria e)** dovranno essere compilate le Sezioni L.1 ed L.2. Si richiede possibilmente di utilizzare nella compilazione della Sezione L.1 un foglio di calcolo (Excel) e di allegare il file alla documentazione cartacea.

¹ - Il riferimento all'ex-DPR 203/88 (e relativi decreti di attuazione) ha l'unico scopo di fornire una traccia per individuare le sorgenti emissive più significative.

Ditta richiedente: F.Ili Gentile F & R S.r.l	Sito di S.S. Via Appia 7 – Zona Industriale – Pignataro Maggiore (CE)
---	--

Sezione L.1: EMISSIONI													
N° camino 2	Posizione Amm.va ³	Reparto/fase/ blocco/linea di provenienza ⁴	Impianto/macchinario che genera l'emissione ⁴	SIGLA impianto di abbattim ento ⁵	Portata[Nm³/h]		Inquinanti						
							Tipologia	Limiti ⁸		Ore di funz.to ⁹	Dati emissivi ¹⁰		Valore obbiettivo -20%
					autorizzata ⁶	misurata ⁷		Concentr . [mg/Nm³]	Fluss o di massa [kg/h]		Concentr . [mg/Nm³]	Flusso di massa [kg/h]	Concentrazi one (mg/Nm³)
1	E1	1.3, 1.4, 1.8, 1.9, 1.13, 1.14, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.15, 2.22, 2.26, 2.25	Biofiltro e scrubber a servizio dell'impianto di trattamento chimico- fisico rifiuti solidi	E.1	\	50.000	H ₂ S	5	0,05	24	4	0,2	3,2
							NH ₃	250	2	24	200	10	160
							SO ₂	500	5	24	400	20	320

² - Riportare nella "Planimetria punti di emissione in atmosfera" (di cui all'Allegato W alla domanda) il numero progressivo dei punti di emissione in corrispondenza dell'ubicazione fisica degli stessi. Distinguere, possibilmente con **colori diversi**, le emissioni appartenenti alle diverse categorie, indicate nelle "NOTE DI COMPILAZIONE".

³ - Indicare la posizione amministrativa dell'impianto/punto di emissione distinguendo tra: "E"–impianto esistente ex art.12 D.P.R. 203/88; "A"– impianto diversamente autorizzato (indicare gli estremi dell'atto).

⁴ - Indicare il nome **ed** il riferimento relativo riportati nel diagramma di flusso di cui alla Sezione C.2 (della Scheda C).

⁴ - Deve essere chiaramente indicata l'**origine dell'effluente** (captazione/i), cioè la parte di impianto che genera l'effluente inquinato.

⁵ - Indicare il numero progressivo di cui alla Sezione L.2.

⁶ - Indicare la portata autorizzata con provvedimento espresso o, nel caso di impianti esistenti ex art. 12, i valori stimati o eventualmente misurati.

⁷ - Indicare la portata misurata nel più recente autocontrollo effettuato sull'impianto.

⁸ - Indicare i valori limite stabiliti nell'ultimo provvedimento autorizzativo o, nel caso di impianti esistenti ex art. 12, i valori stimati o eventualmente misurati.

⁹ - Indicare il numero potenziale di ore/giorno di funzionamento dell'impianto.

¹⁰ - Indicare i valori **misurati** nel più recente autocontrollo effettuato sul punto di emissione. Per inquinanti quali COV (S.O.T.) ed NO_x occorre indicare **anche** il metodo analitico con cui è stata effettuata l'analisi.

Ditta richiedente: F.Ili Gentile F & R S.r.l	Sito di S.S. Via Appia 7 – Zona Industriale – Pignataro Maggiore (CE)
---	--

							Polveri	50	0,5	24	10	0,5	8
2	E2	3.1, 3.2	Camino filtro a maniche a servizio dell'impianto di triturazione e riduzione volumetrica	E.2	/	8.000	Polveri	150	>0,1 <0,5	10	40	0,32	32

Ditta richiedente: **F.Ili Gentile F & R S.r.l**

Sito di **S.S. Via Appia 7 – Zona Industriale – Pignataro Maggiore (CE)**

In aggiunta alla composizione della tabella riportante la descrizione puntuale di tutti i punti di emissione, è possibile, ove pertinente, fornire una descrizione delle emissioni in termini di fattori di emissione (valori di emissione riferiti all'unità di attività delle sorgenti emissive) o di bilancio complessivo compilando il campo sottostante.

L'impianto in progetto prevede la realizzazione di un impianto a doppio scrubber acido-base per l'abbattimento dell'aria esausta proveniente dalla sezione di stoccaggio e dall'impianto chimico-fisico rifiuti solidi.

L'impianto di aspirazione è stato dimensionato sulla base dei seguenti dati:

Sezione impianto	Volume medio da aspirare (mc)	Ricambi d'aria (n/h)	Aria insufflata (Nmc/h)	Portata teorica (Nmc/h)	Portata applicata (Nmc/h)
Area di stoccaggio	3.000	4	0	12.000	16.000
Sezione di trattamento terreni	3.000	4	0	12.000	16.000
Area di disidratazione fanghi trattamento terreni	200	4	0	800	2.000
Sezione di stabilizzazione/solidificazi one	3.000	4	0	12.000	16.000
Totale (Nmc/h)					50.000

Gli inquinanti che si stima siano presenti nella corrente aeriforme aspirata sono formati principalmente da polveri, vapori inorganici e da molecole organiche complesse.

Dimensionamento delle linee di aspirazione

Il ventilatore utilizzato per aspirare l'aria dai punti di captazione sarà dotato di inverter (per permettere la regolazione della portata) e sarà posizionato a valle degli scrubber e a monte del camino in modo da non essere interessato da eventuali trascinamenti di sostanze tipo polveri ed avere una durata maggiore.

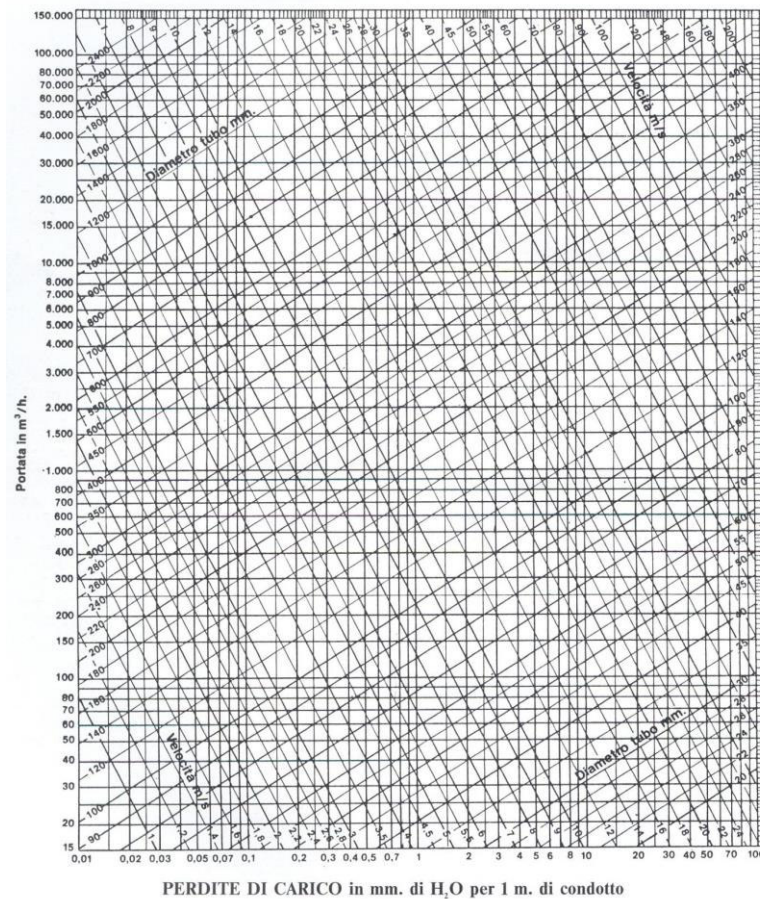
Le tubazioni ed i collettori delle linee di aspirazione saranno realizzati in PVC e/o acciaio ed aventi sezione variabile adeguatamente alle zone di interesse, in modo da realizzare una velocità dell'aria nelle tubazioni pari a circa 18÷22 m/sec. Tale scelta nasce dall'esigenza di impedire il ristagno delle condense (aggressive poiché inquinate da prodotti di vario tipo) all'interno delle tubazioni con rischio di perdite e sgocciolamenti nei punti in cui le tenute potrebbero, per qualche motivo, essere imperfette (l'esperienza insegna che per velocità delle correnti gassose al di sopra di 16÷18 m/sec si evita la formazione di condense interne nelle tubazioni). Le perdite di carico di una corrente gassosa in tubazioni diritte circolari sono valutabili sulla base del grafico riportato nella pagina seguente (il ΔP è espresso in mm di colonna d'acqua ed è funzione del diametro delle tubazioni e della velocità della corrente gassosa); la caduta di pressione, distribuita lungo la linea di aspirazione, è valutata considerando la lunghezza di ogni tratto di tubazione dal punto di aspirazione all'ingresso all'impianto di abbattimento; il risultato del dimensionamento delle tubazioni è riportato nella tabella seguente.

Condotte principali	Sigla	Portata applicata (Nmc/h)	Diametro condotta (mm)
Area di stoccaggio	M1	16.000	1000
Sezione di trattamento terreni		16.000	

Ditta richiedente: F.Ili Gentile F & R S.r.l	Sito di S.S. Via Appia 7 – Zona Industriale – Pignataro Maggiore (CE)
---	--

Area di disidratazione fanghi trattamento terreni		2.000		
Sezione di stabilizzazione/solidificazione		16.000		

Il diametro delle condotte proveniente da ciascuna cappa verrà calcolata nel momento della costruzione dell'impianto sempre rispettando la regola sopracitata, in modo da realizzare una velocità dell'aria nelle tubazioni pari a circa 18÷22 m/sec.

**PERDITE DI CARICO IN TUBAZIONI
DIRITTE CIRCOLARI**Dimensionamento dei condotti venturi

La velocità ottimale che si dovrebbe realizzare nella gola del condotto (per ottenere gli effetti depurativi descritti sopra) è di 55÷60 m/sec; in accordo con il

“Perry’s chemical engineer’s handbook”, inoltre, le condizioni fluidodinamiche ottimali si ottengono per una conicità a monte della gola di $22\div 25^\circ$ e per una conicità a valle di $8\div 10^\circ$.

Sulla base di tali considerazioni è possibile ricavare le dimensioni costruttive del condotto:

DATI		
Numero di condotti “Venturi”	4	
Velocità nella gola	55	m/sec
Conicità a monte della gola	22°	
Conicità a valle della gola	8°	
Portata acqua di lavaggio	1	litro/m ³ aria trattata

<i>DIMENSIONAMENTO (di ciascun condotto Venturi)</i>		
Diametro gola	0,220	m
Diametro ingresso nel condotto	364	mm
Diametro uscita dal condotto	364	mm
Altezza gola	150	mm

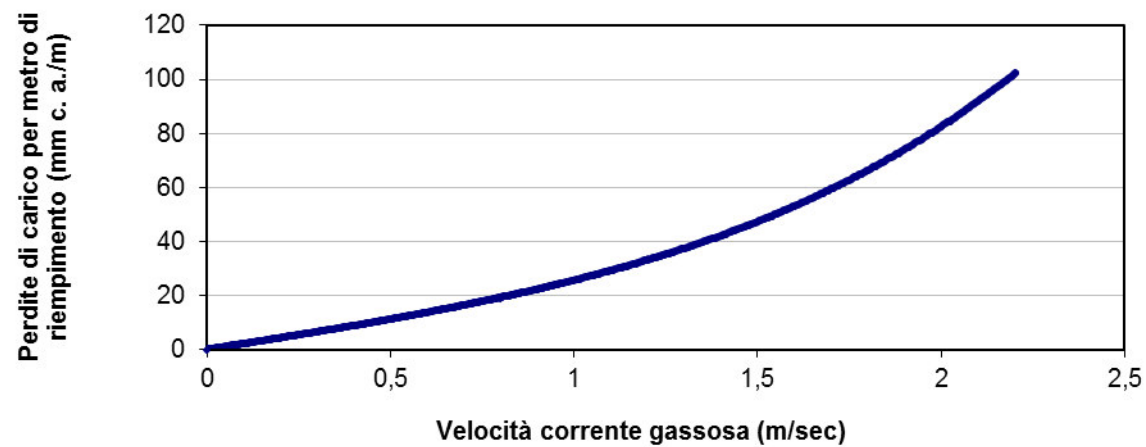
Altezza tratto monte gola	370	mm
Altezza tratto valle gola	1030	mm
<u>Perdite di carico nel condotto</u>	<u>100</u>	mm. c. a.

Dimensionamento scrubber primario

La colonna in esame è riempita con anelli in polipropilene troncoconici di tipo “ECO-RING” caratterizzati da una elevata superficie di scambio pari a $140 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Il dimensionamento dello scrubber (di seguito riportato) è stato eseguito a partire dalla capacità di assorbimento di sostanze basiche da parte di una soluzione di acido solforico (pari a circa $0,02 \text{ kg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$) e in base alle perdite di carico della corrente gassosa nel letto dei corpi di riempimento.

<i>DATI</i>		
Assorbimento sostanze basiche	0,02	$\text{kg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$
Portata di aria da trattare	50.000	m^3/h
Stima concentrazione (max.) inquinanti basici da rimuovere	2×10^{-3}	kg/m^3
Superficie di scambio corpi di riempimento	140	m^2/m^3

**Perdite di carico corrente gassosa nei corpi di riempimento
(ECO-RING PP)*****DIMENSIONI COSTRUTTIVE RIEMPIMENTO***

Volume del riempimento	4,17	m ³
<u>Altezza riempimento</u>	<u>0,5</u>	m
Sezione passaggio	8,10	m ²
Velocità aeriformi nella torre	1,029	m/sec

Perdite di carico totali

119

mm.c.a.

RENDIMENTI DEPURATIVI

Volume riempimento

4,17

m³

Superficie di scambio corpi di riempimento

140

m²/m³

Superficie totale di scambio

583,8

m²

Assorbimento sostanze basiche

0,02

kg/m²×h

Portata oraria (max) sostanze basiche rimosse

11,676

kg/h

Dimensionamento scrubber secondario

Lo scrubber con lavaggio di tipo basico è stata dimensionata con gli stessi criteri utilizzati per il dimensionamento della colonna con lavaggio acido (vedi paragrafo precedente); in particolare sono state utilizzate le stesse dimensioni costruttive, un egual numero di ugelli spruzzatori (n. 3 disposti a 120°C), gli stessi corpi di riempimento (ECO-RING in PP) e lo stesso separatore di gocce (DROP-STOP in PP):

DIMENSIONI COSTRUTTIVE RIEMPIMENTO

Volume del riempimento

4,17

m³

<u>Altezza riempimento</u>	<u>0,5</u>	m
Sezione passaggio	8,10	m ²
Velocità aeriformi nella torre	1,029	m/sec
Perdite di carico totali	119	mm.c.a.

Nella rimozione delle sostanze acide, utilizzando una colonna con le stesse caratteristiche costruttive della precedente, si ottengono dei rendimenti depurativi leggermente minori (rispetto al caso dell'assorbimento delle sostanze basiche); tali rendimenti sono comunque accettabili e ben al di sopra di quanto richiesto sulla base dei dati di progetto originari. I rendimenti depurativi ottenibili, facendo riferimento alla capacità di assorbimento di sostanze acide da parte di una soluzione di soda (pari a circa 0,015 kg/m²×h), sono i seguenti:

<i>RENDIMENTI DEPURATIVI</i>		
Volume riempimento	4,17	m ³
Superficie di scambio corpi di riempimento	140	m ² /m ³
Superficie totale di scambio	583,8	m ²
Assorbimento sostanze acide	0,015	kg/m ² ×h
Portata oraria (max) sostanze acide rimosse	8,757	kg/h

Sia per lo scrubber con lavaggio basico che per quello con lavaggio acido la portata oraria di sostanze rimuovibili è ben al di sopra di quella presunta (rispettivamente 11,676 kg/h e 8,757 kg/h).

Dimensionamento biofiltro

Di seguito si riporta dove vengono indicati i principali parametri sui quali è stato eseguito il dimensionamento del biofiltro:

PARAMETRI DI DIMENSIONAMENTO BIOFILTRO		
PARAMETRI	VALORE DI RIFERIMENTO	U.M.
Portata aria da trattare	50.000	Nm ³ /h
Altezza letto	2	m
Superficie letto	313	m ²
Volume letto	625	m ³
Numero di unità di biofiltrazione	3	adimensionale
Carico specifico superficiale	160	Nm ³ /m ² h
Carico specifico volumetrico	80	Nm ³ /m ³ h
Tempo medio di residenza	45	s
Consumo specifica d'acqua per umidificazione	40	l/m ³
Consumo acqua per umidificazione	25.000	litri/giorno
Umidità letto	50...65	%
pH	6...8	adimensionale
Porosità	35...50	%
Concentrazione del gas odoroso all'ingresso	0,01...0,5	g/m ³
Capacità di rimozione H ₂ S	80...130	g/m ³ h
Capacità di rimozione altri gas odorosi	20...100	g/m ³ h

Sezione L.2: IMPIANTI DI ABBATTIMENTO¹¹

N° camino	SIGLA	Tipologia impianto di abbattimento
1	E.1	N.4 Venturi-Scrubber + scrubber doppio stadio (lavaggio acido-base) + biofiltro
<p>Descrizione dell'impianto di abbattimento:</p> <p>L'aria potenzialmente inquinata è aspirata da un ventilatore, che mantiene i punti di captazione sopraelencati in costante depressione, ed è inviata all'impianto di abbattimento aeriformi.</p> <p>Il sistema di abbattimento in questione è composto, nel suo complesso, dalle seguenti apparecchiature:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Scrubber doppio stadio con venturi:<ul style="list-style-type: none">○ Condotto di tipo "Venturi" (pre-abbattimento);○ Scrubber per abbattimento con acido solforico (eliminazione sostanze basiche o azotate);○ Scrubber per abbattimento con soda (eliminazione sostanze acide);○ Biofiltro.		

¹¹ - Da compilare per ogni impianto di abbattimento. Nel caso in cui siano presenti più impianti di abbattimento con identiche caratteristiche, la descrizione può essere riportata una sola volta indicando a quali numeri progressivi si riferisce.

Condotto di tipo "Venturi"

Il rendimento di un sistema di abbattimento ad umido può essere notevolmente incrementato prevedendo, a monte degli scrubber tradizionali un particolare sistema di pre-abbattimento costituito da un appropriato numero di condotti di tipo "Venturi", dotati cioè di un restringimento di sezione (gola) in corrispondenza del quale è iniettata dell'acqua di lavaggio.

Le particolari condizioni fisiche e fluidodinamiche che si realizzano all'interno della gola di tali condotti sono tali da porre la corrente gassosa da trattare in intimo contatto con l'acqua di lavaggio al punto da consentire la rimozione di polveri fino ad un micron di diametro; in particolare l'aria, aumentando la propria velocità a causa del brusco restringimento di sezione, genera un minimo di pressione (in grado di nebulizzare l'acqua di lavaggio iniettata) e un notevole aumento della turbolenza (responsabile della miscelazione quasi perfetta tra aria da trattare e liquido di lavaggio).

Il condotto è montato in posizione verticale: l'aria da trattare è introdotta dall'alto ed esce dal basso per immettersi, attraverso una curva a 45°, nella colonna di abbattimento con acido solforico.

L'acqua di lavaggio, ricircolata mediante una pompa centrifuga autoadescante, è aspirata dal serbatoio di accumulo posto sul fondo della prima colonna (abbattimento con acido) ed è iniettata all'interno della gola attraverso un particolare ugello.

Scrubber primario - Colonna per il lavaggio acido

Il principio di funzionamento dello scrubber consiste nel convogliare l'aria inquinata in una camera all'interno della quale viene realizzato, grazie a degli opportuni corpi di riempimento, un intimo contatto tra l'aria da trattare e la soluzione di lavaggio, in modo tale da ottenere un trasferimento degli inquinanti dalla corrente gassosa alla soluzione liquida; quando una particella di inquinante viene "catturata" da una data massa di liquido ne diventa parte integrante e ne segue intimamente il percorso obbligato sino a venire raccolta in una apposita vasca posta alla base dello scrubber.

Perché tutto ciò avvenga è fondamentale che siano realizzati i presupposti a quanto detto, vale a dire una zona di contatto aria-liquido in cui si favorisca il più possibile l'incontro e l'unione tra la particella inquinante da catturare e la soluzione di lavaggio.

Le colonne di lavaggio presentano un'alta efficienza di abbattimento con elevata affidabilità in termini di mantenimento nel tempo dei valori limite imposti per le emissioni in atmosfera.

Lo scrubber per il lavaggio con acido solforico è una apparecchiatura verticale costituita, essenzialmente, dalle seguenti sezioni:

- Vasca di raccolta soluzione acida
- Griglia inferiore per la distribuzione uniforme del flusso gassoso
- Corpi di riempimento (zona di contatto tra soluzione acida e flusso gassoso da trattare)
- Ugelli spruzzatori di soluzione acida
- Separatore a gocce (per impedire che le gocce di liquido siano trascinate via dalla corrente gassosa)

Il volume e la particolare forma dei corpi di riempimento devono essere determinati in modo tale che essi impongano agli inquinanti da abbattere bruschi cambiamenti di direzione, in modo da intercettare meglio le particelle e nello stesso tempo offrire la massima superficie di contatto lasciando contemporaneamente il massimo spazio possibile all'attraversamento dell'aria, riducendo così al minimo le perdite di carico.

La colonna in esame è riempita con anelli in polipropilene troncoconici di tipo “ECO-RING” caratterizzati da una elevata superficie di scambio pari a $140 \text{ m}^2/\text{m}^3$. La soluzione di lavaggio, ricircolata mediante una pompa centrifuga autoadescante, è aspirata dal serbatoio di accumulo posto sul fondo della colonna ed è spruzzata sui corpi di riempimento attraverso tre ugelli disposti a 120° . Il fondo della colonna è di tipo conico (con un angolo di conicità molto basso) allo scopo di raccogliere i fanghi formati a causa di eventuali polveri presenti nella corrente gassosa; tali fanghi possono essere estratti mediante la stessa pompa centrifuga di lavaggio (la cui aspirazione è collegata al bocchello di aspirazione dell'acqua di lavaggio e al bocchello dello scarico di fondo) e spurgati attraverso uno stacco posto sulla linea di mandata. I fanghi, in questo modo, possono essere estratti nel momento in cui si sono accumulati in modo sostanziale sul fondo della colonna. Lo stacco posto sulla linea di mandata delle pompe di ricircolo, è utilizzato anche per spurgare, parzialmente o totalmente, la soluzione di lavaggio, inviata alla sezione di stabilizzazione/stabilizzazione. Nella parte superiore della colonna, inoltre, è posto un separatore a gocce in polipropilene del tipo “DROP-STOP” con lo scopo di evitare che la corrente gassosa trascini con sé parte del liquido. La soluzione acida contenuta nella vasca di accumulo inferiore è mantenuta a livelli ottimali di pH aggiungendo dell'acido solforico diluito attraverso una pompa dosatrice; quest'ultima è comandata da un pH-metro inserito nella vasca di accumulo. Il reintegro dell'acqua di diluizione all'interno della vasca di raccolta avviene grazie ad una elettrovalvola comandata da una sonda di

livello di tipo a vibrazione. Per evitare inconvenienti dovuti ad eventuali malfunzionamenti della valvola automatica è previsto un “troppo pieno”; poiché gli scrubber sono posti a monte del ventilatore, il troppo pieno sarà realizzato immergendo, nel liquido, un tratto di tubazione ad “U” rovesciata in modo da evitare infiltrazioni di aria dall’esterno.

Scrubber secondario - Colonna per il lavaggio basico

Lo scrubber con lavaggio di tipo basico è stato dimensionato con gli stessi criteri utilizzati per il dimensionamento della colonna con lavaggio acido (vedi paragrafo precedente); in particolare sono state utilizzate le stesse dimensioni costruttive, un egual numero di ugelli spruzzatori (n. 3 disposti a 120°C), gli stessi corpi di riempimento (ECO-RING in PP) e lo stesso separatore di gocce (DROP-STOP in PP). Anche in questo caso, inoltre, la soluzione di lavaggio è ricircolata mediante una pompa centrifuga autoadescante ed è aspirata dal serbatoio di accumulo posto sul fondo della colonna. Il fondo della colonna è di tipo conico (con un angolo di conicità molto basso) allo scopo di raccogliere i fanghi formati a causa di eventuali polveri presenti nella corrente gassosa; tali fanghi sono estratti mediante la stessa pompa centrifuga di lavaggio (la cui aspirazione è collegata al bocchello di aspirazione dell’acqua di lavaggio e al bocchello dello scarico di fondo), spurgati attraverso uno stacco posto sulla linea di mandata e inviati alla sezione di stabilizzazione/solidificazione. I fanghi, in questo modo, possono essere estratti nel momento in cui si sono accumulati in modo sostanziale sul fondo della colonna; tale scelta progettuale garantisce che la linea di aspirazione della pompa di ricircolo sia mantenuta sempre pulita. Il pH della soluzione basica è mantenuto a livelli ottimali aggiungendo della soda diluita attraverso una pompa dosatrice; quest’ultima è comandata da un pH-metro inserito nella vasca di accumulo. Analogamente allo scrubber primario, il reintegro dell’acqua di diluizione all’interno della vasca di raccolta avviene grazie ad una elettrovalvola comandata da una sonda di livello di tipo a vibrazione; anche in tal caso, infine, per evitare inconvenienti dovuti ad eventuali malfunzionamenti della valvola automatica è previsto un “troppo pieno” (tratto di tubazione ad “U” rovesciata in modo da evitare infiltrazioni di aria dall’esterno).

Biofiltro

La biofiltrazione è una tecnologia mediante la quale le emissioni gassose da trattare vengono fatte passare uniformemente attraverso un mezzo poroso biologicamente attivo, ovvero in un apposito letto riempito con materiali quali cortecce, legno triturato, compost maturo, torba, ecc., mantenuti a condizioni di

temperatura e umidità costanti e che vengono colonizzati da *microrganismi aerobi* in grado di degradare i composti da trattare presenti nelle emissioni.

È importante sottolineare che la colonizzazione e le attività metaboliche avvengono all'interno del biofilm che, in questo caso, deve intendersi come la pellicola d'acqua che si crea attorno alle particelle della matrice solida di cui il biofiltro è costituito.

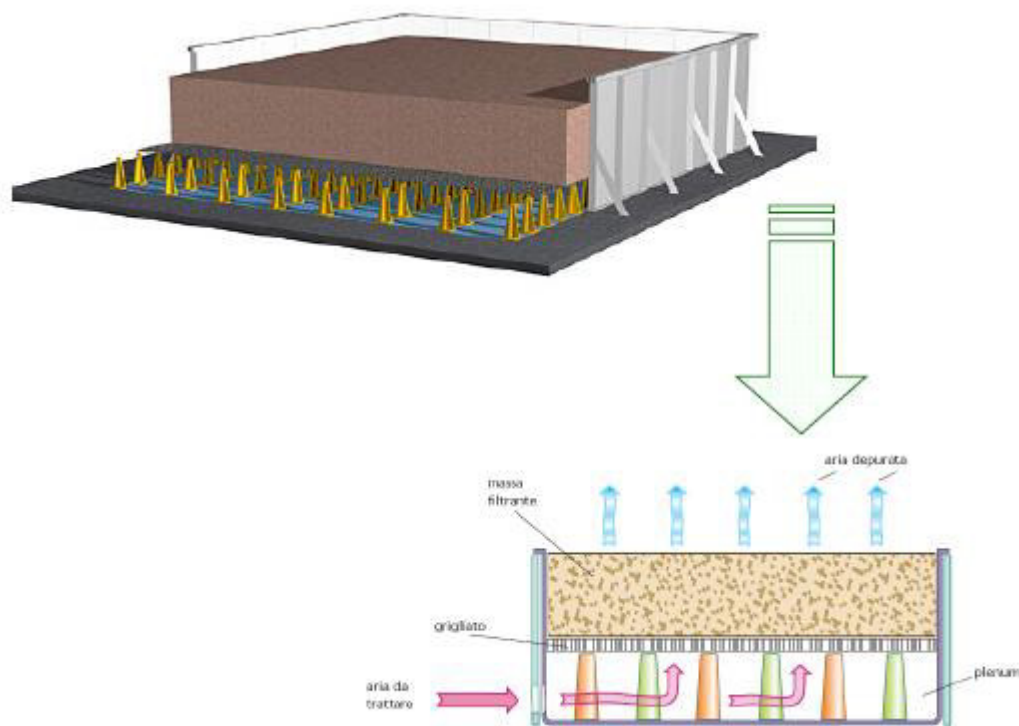


Figura - Particolare del sistema di distribuzione dell'aria al di sotto del biofiltro.

Prima dell'uscita dal letto filtrante, la corrente emissiva si arricchisce di CO₂, degli altri composti volatili prodotti e del calore generato dalle reazioni biochimiche.

I composti rimovibili con la biofiltrazione sono: ammoniaca, monossido di carbonio, acido solfidrico, acetone, benzene, butanolo, acetato di butile, dietilamina,

disolfuro di metile, etanolo, esano, etilbenzene, butilaldeide, acetato, scatolo, indolo, metanolo, metiletilchetone, stirene, isopropanolo, metano, metilmercaptano, monoditriclorometano, monossido di azoto, tricloroetano, tetracloroetano, 2-etilesanolo, xilene.

Con la biofiltrazione si rimuovono i composti organici volatili e i composti ridotti dello zolfo e dell'azoto che vengono degradati sia come substrati primari che come metaboliti.

Al fine di ottenere una buona efficienza del biofiltro le sostanze da rimuovere devono avere due caratteristiche fondamentali:

- Facile biodegradabilità;
- Non tossicità per i microrganismi.

Il processo di biofiltrazione consta di tre stadi:

1. l'inquinante, contenuto nel flusso gassoso da depurare, attraversa l'interfaccia fra il gas di trasporto e il biofilm acquoso che circonda il mezzo solido;
2. il composto diffonde attraverso il biofilm in un consorzio di microrganismi acclimatati;
3. i microrganismi traggono energia dall'ossidazione del composto utilizzato come substrato primario, oppure lo metabolizzano attraverso vie enzimatiche alternative. Simultaneamente nel biofilm si verifica una diffusione e un consumo di nutrienti (come le forme prontamente disponibili del fosforo e dell'azoto) e di ossigeno.

Alcuni sistemi di pretrattamento si rivelano importanti per il corretto funzionamento di un biofiltro, tra questi possiamo annoverare:

1. rimozione del particolato e/o eventuali aerosol grassi;
2. equalizzazione del carico: in questi casi, al fine di consentire un funzionamento ottimale e omogeneo del biofiltro, è necessario operare un'equalizzazione del carico inquinante ovvero una miscelazione delle arie provenienti dalle diverse aree dell'impianto con diverso carico inquinante.
3. regolazione della temperatura: potrebbe essere necessario per raggiungere il range ottimale dell'attività batterica (optimum dei batteri mesofili=37°C). Come in tutti i sistemi biologici non occorre un controllo preciso della temperatura, in quanto il sistema, nel suo complesso, è versatile ed adattativo; il range ottimale di temperatura si ha comunque tra i 15 e i 40°C;
4. umidificazione: l'umidità è il parametro che in genere condiziona maggiormente l'efficienza di un biofiltro in quanto i microrganismi richiedono adeguate condizioni di umidità per il loro metabolismo. Condizioni di scarsa umidità possono portare alla cessazione dell'attività biologica nonché al formarsi di

zone secche e fessurate in cui l'aria scorre, in vie preferenziali, non trattata. È buona norma, pertanto, installare in modo omogeneo sulla superficie del biofiltro degli irrigatori ad essa asserviti. Un biofiltro troppo umido provoca, al contrario, elevate contropressioni, problemi di trasferimento di ossigeno al biofilm, creazione di zone anaerobiche, lavaggio di nutrienti dal mezzo filtrante nonché formazione di percolato a basso pH ed alto carico inquinante che necessiterebbe di ulteriori adempimenti per il suo smaltimento. Il contenuto di umidità ottimale del mezzo filtrante è nell'ordine del 40-60%.

5. Distribuzione del flusso gassoso: è importante assicurare, per uniformare l'alimentazione del carico inquinante al biofiltro, un'omogenea distribuzione del flusso attraverso:

- a. la predisposizione di un sistema di distribuzione efficace al di sotto del letto di biofiltrazione;
- b. la prevenzione del compattamento della biomassa filtrante per evitare una "cortocircuitazione" delle arie.

Costruttivamente nei biofiltri si individuano i seguenti componenti:

- Una struttura di contenimento

Per la realizzazione delle strutture di contenimento sono utilizzati diversi materiali e soluzioni che vanno dal legno e calcestruzzo ai più moderni sistemi modulari prefabbricati in metallo o calcestruzzo.

- Un sistema di diffusione dell'aria

Tutti i sistemi prevedono accorgimenti atti a contenere o eliminare le vie preferenziali di attraversamento da parte dell'effluente gassoso.

Al fine di migliorare la diffusione e il drenaggio, la distribuzione dell'aria può essere realizzata mediante una rete di tubi forati posta al di sotto del letto filtrante e solitamente annegata in un bacino di materiale inerte.

- Un letto filtrante

I letti filtranti possono essere grossolanamente suddivisi in funzione del tipo di materiale utilizzato per favorire la crescita e l'attività metabolica dei batteri.

Si possono distinguere biofiltri con letto filtrante di origine naturale a base di torba e biofiltri costituiti da materiale inerte. In questo ultimo caso i letti

vengono bagnati di continuo per favorire il mantenimento di un'adeguata carica batterica. Le proprietà richieste ad una buona miscela filtrante sono:

- Ambiente microbico ottimale;
- Ampia area superficiale specifica;
- Integrità strutturale;
- Elevata umidità;
- Elevata porosità (80-90 %)
- Bassa densità volumetrica.
- Capacità di ritenzione idrica (umidità 40-60%)

Il compost, le torbe e le cortecce possiedono molte delle caratteristiche sopra menzionate. Qualora si utilizzi il compost esso deve essere di grossa pezzatura, privo di componente polverosa ed estremamente leggera: per tale motivo si utilizza normalmente compost ottenuto da potature triturate. Inoltre, tale materiale filtrante ha il vantaggio di fornire minori resistenze al passaggio del gas e quindi presenta perdite di carico inferiori. Tali proprietà influiscono sensibilmente sull'efficienza del biofiltro e sui costi di gestione, fornendo minori perdite di carico del sistema e quindi minori consumi energetici e un numero inferiore di interventi di manutenzione necessari a ripristinare le originarie condizioni di porosità.

- Un sistema per il mantenimento dell'umidità del letto.

Ogni biofiltro deve essere dotato di un idoneo sistema per il mantenimento dell'umidità del letto in quanto fattore determinante per il suo funzionamento.

La quota d'acqua da apportare per ogni metro cubo di biofiltro si stima compresa fra i 40 e i 60 l/giorno.

L'apporto di umidità può avvenire attraverso sistemi di distribuzione sulla superficie o in misura variabile attraverso la stessa aria da filtrare.

La tecnologia costruttiva di base risulta molto semplice e sono relativamente poco numerose le variabili progettuali e operative che ne condizionano il buon funzionamento.

Sotto il profilo del dimensionamento, assume importanza:

- a) Carico specifico superficiale: tale parametro esprime il flusso di gas che attraversa l'unità di superficie (sezione) del biofiltro, viene espresso in ($\text{Nm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$), ed è generalmente inferiore ai $200 \text{ Nm}^3/\text{m}^2 \text{ h}$.
- b) Carico specifico volumetrico: inteso come quantitativo di aria da trattare nell'unità di tempo e per unità di volume di biofiltro. I carichi specifici consigliati vanno da 50 a $200 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$. Questo parametro è indirettamente collegato al tempo medio di residenza dell'aria all'interno del letto.
- c) Tempo medio di residenza: è il tempo di residenza del flusso gassoso nel biofiltro. Un valore adeguato del tempo di residenza è necessario per permettere il trasporto e la degradazione degli inquinanti. Tale tempo di residenza è calcolato mediante la seguente formula:

$$Tr = 3600 / C_{sv}$$

dove:

Tr = tempo di residenza [s]

C_{sv} = carico specifico volumetrico [$\text{Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$].

- d) Carico volumetrico: è definito come la massa di COV che arriva al biofiltro, per unità
 - a. di volume di mezzo filtrante, nell'unità di tempo ($\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$).
- e) Capacità di rimozione: è la misura della rimozione dei COV da parte di un determinato carico volumetrico ($\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$), ovvero indica il quantitativo di COV [g], che può essere trattenuto nel mezzo filtrante [m^3] nell'unità di tempo [h]. La capacità di rimozione è funzione del carico volumetrico, del tempo di residenza medio, del tipo di mezzo, delle caratteristiche dei COV e delle condizioni ambientali.
- f) Altezza del letto: le altezze del letto filtrante che più hanno trovato applicazioni sono comprese fra 1 e 2 m. Altezze superiori darebbero origine a incrementi di perdite di carico e maggiori difficoltà di distribuzione dell'umidità senza migliorare significativamente l'efficienza, al contrario, altezze inferiori non assicurerebbero un tempo di residenza adeguato.

Le dotazioni impiantistiche minime e le condizioni di funzionamento ottimali sono:

1. Rimozione del particolato e grassi dalla corrente gassosa da trattare.
2. Sistema di umidificazione del biofiltro tale da garantire che l'umidità relativa del mezzo filtrante sia in un range del 40-60%.
3. Equalizzazione delle arie inviate al sistema di filtrazione al fine di assicurare un funzionamento ottimale della massa filtrante.
4. Omogenea distribuzione del flusso attraverso un adeguato sistema di distribuzione del flusso.
5. Adeguata capacità tampone del mezzo filtrante in modo da prevenire fenomeni di acidificazione.
6. Adeguata umidità relativa dell'aria in ingresso al biofiltro (il valore ottimale è circa 95%).
7. Predisposizione del letto di biofiltrazione atto ad evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti ad effetto bordo.
8. Costruzione di ogni singola unità di biofiltrazione con almeno 3 moduli, singolarmente disattivabili in sede di manutenzione straordinaria, con particolare riferimento al cambiamento del mezzo filtrante.
9. Tempo di contatto degli effluenti (tempo di residenza) non inferiore a 36 secondi (tempo ottimale 45 sec).
10. Altezza del letto di biofiltrazione compresa fra 100 e 200 cm
11. Adeguato dimensionamento della portata oraria specifica in modo da garantire l'abbattimento del carico odorigeno delle aree da trattare. Dai dati reperiti in letteratura $80 \text{ Nm}^3/\text{m}^3 \text{ h}$ è indicato quale valore ottimale.
12. Dimensionamento del sistema di convogliamento degli effluenti aeriformi che tenga conto delle perdite di carico dovute all'eventuale impaccamento e porosità del mezzo filtrante.
13. L'eventuale copertura fissa o mobile può essere prevista in località ad elevata piovosità media (acqua meteorica > 2000 mm/anno).

Sistemi di misurazione in continuo.

ALLEGATI

PERIODO DI OSSERVAZIONE¹³	Dal ____ al ____
Attività (Indicare nome e riferimento numerico di cui all'Allegato II al DM 44/2004)	
Capacità nominale [tonn. di solventi /giorno] (Art. 2, comma 1, lett. d) al DM 44/04)	
Soglia di consumo [tonn. di solventi /anno] (Art. 2, comma 1, lett. ii) al DM 44/04)	
Soglia di produzione [pezzi prodotti/anno] (Art. 2, comma 1, lett. ll) al DM 44/04)	

INPUT¹⁴ E CONSUMO DI SOLVENTI ORGANICI	(tonn/anno)
I₁ (solventi organici immessi nel processo)	
I₂ (solventi organici recuperati e re-immessi nel processo)	
I=I₁+I₂ (input per la verifica del limite)	
C=I₁-O₈ (consumo di solventi)	

OUTPUT DI SOLVENTI ORGANICI <i>Punto 3 b), Allegato IV al DM 44/04</i>	(tonn/anno)
O₁¹⁵ (emissioni negli scarichi gassosi)	
O₂ (solventi organici scaricati nell'acqua)	
O₃ (solventi organici che rimangono come contaminanti)	
O₄ (emissioni diffuse di solventi organici nell'aria)	
O₅ (solventi organici persi per reazioni chimiche o fisiche)	
O₆ (solventi organici nei rifiuti)	
O₇ (solventi organici nei preparati venduti)	
O₈ (solventi organici nei preparati recuperati per riuso)	
O₉ (solventi organici scaricati in altro modo)	

¹³ - Questa sezione deve essere elaborata tenuto conto di un periodo di osservazione e monitoraggio dell'impiego dei solventi tale da poter rappresentare significativamente le emissioni di solvente totali di un'annualità.

¹⁴ - Si deve far riferimento al contenuto in COV di ogni preparato, come indicato sulla scheda tecnica (complemento a 1 del residuo secco) o sulla scheda di sicurezza.

¹⁵ - Ottenuto mediante valutazione analitica delle emissioni convogliate relative all'attività: deve scaturire da una campagna di campionamenti con un numero di misurazioni adeguato a consentire la stima di una concentrazione media rappresentativa.

ALLEGATI

EMISSIONE CONVOGLIATA	
Concentrazione media [mg/Nm ³]	
Valore limite di emissione convogliata ¹⁶ [mg/Nm ³]	

EMISSIONE DIFFUSA - Formula di calcolo ¹⁷	
Punto 5, lett. a) all' Allegato IV al DM 44/04	(tonn/anno)
<input type="checkbox"/> F=I1-O1-O5-O6-O7-O8	
<input type="checkbox"/> F=O2+O3+O4+O9	
Emissione diffusa [% input]	
Valore limite di emissione diffusa ¹⁸ [% input]	

EMISSIONE TOTALE - Formula di calcolo	
Punto 5, lett. b) all' Allegato IV, DM 44/04	(tonn/anno)
E=F+O1	

Allegati alla presente scheda	
Planimetria punti di emissione in atmosfera 16.111.03A.0021	W
Schema grafico captazioni ¹⁹ 16.111.03A.0022	X
Piano di gestione dei solventi (ultimo consegnato) ²⁰

Eventuali commenti

¹⁶ - Indicare il valore riportato nella 4ª colonna dell' Allegato II al DM 44/04.

¹⁷ - Si suggerisce l'utilizzo della formula per differenza, in quanto i contributi sono più facilmente determinabili.

¹⁸ - Indicare il valore riportato nella 5ª colonna dell' Allegato II al DM 44/04.

¹⁹ - Al fine di rendere più comprensibile lo schema relativo alle captazioni, qualora più fasi afferiscano allo stesso impianto di abbattimento o camino, oppure nel caso in cui le emissioni di una singola fase siano suddivise su più impianti di abbattimento o camini, deve essere riportato in allegato uno schema grafico che permetta di evidenziare e distinguere le apparecchiature, le linee di captazione, le portate ed i relativi punti di emissione.

²⁰ - Da allegare solo nel caso l'attività IPPC rientra nel campo di applicazione del DM 44/04.