



REPUBBLICA ITALIANA

Regione Lombardia

BOLLETTINO UFFICIALE

MILANO - MARTEDÌ, 13 MAGGIO 2003

1° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO

Sommario

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 16 APRILE 2003 - N. 7/12764 (5.3.5)
Linee guida relative alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di com-
post - Revoca della d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263 2

Anno XXXIII - N. 110 - Poste Italiane - Spedizione in abb. postale - 45% - art. 2, comma 20/b - Legge n. 662/1996 - Filiale di Varese

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

(BUR2003031)

D.g.r. 16 aprile 2003 - n. 7/12764

(5.3.5)

Linee guida relative alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di compost - Revoca della d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263

LA GIUNTA REGIONALE

Visti:

- la l.r. 7 giugno 1980, n. 94;
- il r.r. 9 gennaio 1982, n. 3;
- la deliberazione Comitato Interministeriale 27 luglio 1984 ex art. 5 del d.P.R. 915/82;
- il d.lgs. 27 gennaio 1992, n. 99;
- la l.r. 1 luglio 1993, n. 21;
- il d.lgs. 7 febbraio 1997, n. 22 e successive modificazioni ed integrazioni;
- la legge 13 luglio 1966, n. 615;
- il d.P.R. 15 aprile 1971, n. 322;
- il d.P.R. 24 maggio 1988, n. 203;
- il d.p.c.m. 21 luglio 1989;
- il d.P.R. 25 luglio 1991.

Richiamata la d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263: «Approvazione delle linee guida relative alla costruzione ed esercizio degli impianti di produzione composte contestuale revoca delle d.g.r. n. 40516 del 5 agosto 1993, n. 51028 del 7 aprile 1994 e d.g.r. 51456 del 19 aprile 1994».

Dato atto che:

- le suddette linee guida sono state adottate nella fase transitoria di cui all'art. 57 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 e in attesa dell'emanazione, da parte dello Stato, delle norme di attuazione del decreto medesimo, in particolare di quelle previste all'art. 18, comma 2, lettera p);
- per la predisposizione delle medesime linee guida le competenti Unità Organizzative «Gestione Rifiuti» e «Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale», si sono avvalse del contributo tecnico fornito dal gruppo di lavoro costituito con decreto 7 luglio 1998, n. 35, del quale hanno fatto parte funzionari della Giunta Regionale e delle Aziende Sanitarie Locali, esperti del Settore, membri del Comitato Tecnico Rifiuti, ex art. 17, l.r. 94/80 e un rappresentante delle province, designato dall'U.R.L.P.;
- il Comitato Tecnico Rifiuti, ex art. 17, l.r. 94/80 ed il C.R.I.A.L., ex art. 1, l.r. 35/84, rispettivamente nelle sedute del 6 aprile 1999 e del 12 maggio 1999, hanno approvato le linee guida nel loro complesso, mentre, in data 28 settembre 1999, il Comitato Tecnico Rifiuti ha approvato prescrizioni tecniche integrative, sulla base delle osservazioni pervenute in seguito al Convegno organizzato dalla Giunta Regionale in data 4 ottobre 1999, per la presentazione delle medesime linee guida.

Dato atto inoltre che, pur non avendo avuto attuazione il dispositivo di cui al punto 6 della citata d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263, che stabiliva l'applicazione delle linee guida in argomento a far tempo dal quindicesimo giorno successivo alla pubblicazione delle stesse sul Bollettino Ufficiale della Regione, le medesime linee guida sono state presentate, pubblicizzate e distribuite nel corso del convegno sopra richiamato ed hanno tuttavia costituito riferimento tecnico per la progettazione, la valutazione e la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto.

Dato atto ancora che le competenti Unità Organizzative regionali hanno ritenuto opportuna la revisione delle suddette linee guida, alla luce:

- dell'esperienza acquisita dal 1999 ad oggi, per quanto concerne la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost;
- delle osservazioni formulate da soggetti pubblici e privati, tra cui Associazioni ambientaliste e di categoria, in ordine alle prescrizioni sul compost verde, prodotto derivante dagli scarti vegetali, come definiti all'art. 5, lettera C2, della l.r. 21/93, che evidenziano l'opportunità di non sottoporre tale rifiuto, costituito da frazioni a basso impatto ambientale, agli stessi requisiti minimi impiantistici previsti per impianti che trattano altre frazioni di r.s.u.;

- delle ulteriori osservazioni proposte in merito alle problematiche connesse con l'inquinamento atmosferico;
- dell'obiettivo specifico 9.2.1. del suddetto P.R.S. «Contenimento e riduzione della produzione rifiuti, adeguamento dei cicli produttivi alle migliori tecnologie disponibili ed incentivazione del riutilizzo, recupero e riciclaggio delle frazioni recuperabili» che prevede, tra gli obiettivi gestionali, l'aggiornamento della normativa regionale vigente e l'aggiornamento delle normative tecniche;
- dell'obiettivo specifico 9.7.1. del Programma Regionale di Sviluppo della VII Legislatura «Realizzazione del Piano regionale per la Qualità dell'Aria» che prevede, tra gli obiettivi gestionali, l'individuazione delle migliori tecnologie disponibili in campo ambientale per la riduzione delle emissioni in atmosfera e l'adeguamento della normativa regionale nella materia in argomento;

Visto il documento tecnico predisposto dalle suddette Unità Organizzative, con il quale sono state parzialmente rielaborate ed integrate le linee guida di cui alla d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263.

Dato atto che, a tal fine, l'Unità Organizzativa Protezione Ambientale e Sicurezza industriale si è avvalsa del contributo tecnico fornito dal gruppo di lavoro costituito con decreto 6 novembre 2001, n. 26395, del quale hanno fatto parte funzionari della Giunta Regionale e dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A.) della Lombardia, nonché esponenti di Università e di Istituti di ricerca.

Considerato che:

- con la l.r. 1/00, come modificata con la l.r. 6/01, in attuazione del d.lgs. 112/98, sono state tra l'altro delegate alle province l'approvazione dei progetti di impianti per la gestione dei rifiuti, anche pericolosi, nonché l'autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio delle operazioni di smaltimento e/o recupero, previste dagli artt. 27 e 28 del d.lgs. 22/97 per gli impianti di cui all'art. 46 e per quelli che effettuano alcune delle operazioni di cui agli allegati B e C dello stesso decreto, comprese le operazioni di compostaggio;
- con la l.r. 6/01 sono state poste in capo alla Regione Lombardia l'adozione di direttive procedurali e tecniche per l'esercizio delle funzioni delegate agli enti locali;
- per la predisposizione di tali direttive con d.d.g. Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità 8 giugno 2001, n. 13545 è stato costituito un gruppo di lavoro interdirezionale con la partecipazione di rappresentanti delle province Lombarde e dell'ARPA;
- le linee guida sono state presentate alle province nell'ambito del gruppo di lavoro interdirezionale sopra citato, acquisendo osservazioni tecniche;

Ritenuto pertanto che le suddette linee guida costituiscano norme tecniche di riferimento per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, alle quali devono attenersi i soggetti istanti ai sensi del d.lgs. 22/97, relativamente ai nuovi impianti.

Ritenuto altresì, ai fini dell'applicazione dell'art. 11 del d.P.R. 203/88 e degli artt. 2 e 3 del d.lgs. 22/97, che dispongono, tra l'altro, l'adeguamento delle norme tecniche in base all'evoluzione della migliore tecnologia disponibile, nonché della situazione ambientale, oltre che una gestione dei rifiuti ispirata a principi di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti, che i titolari di impianti già autorizzati ai sensi degli artt. 27, 28, 31 e 33 del d.lgs. 22/97:

- debbano attenersi, dalla data di pubblicazione del presente provvedimento, alle metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, prescritte nelle linee guida in oggetto;
- debbano altresì presentare, entro 90 giorni dalla medesima data di pubblicazione, un piano di adeguamento al contenuto delle medesime linee guida, redatto secondo il dispositivo della d.g.r. 6 agosto 2002, n. 10161, che dovrà essere realizzato nel termine di un anno dal rilascio del relativo provvedimento autorizzativo o dalla scadenza del termine previsto all'art. 33, comma 1, del d.lgs. 22/97, per le procedure semplificate;

Ritenuto inoltre di revocare la richiamata d.g.r. 16 luglio

1999, n. 44263, le cui linee guida sono sostituite da quelle allegate al presente provvedimento.

Dato atto che con la medesima d.g.r. 44263/99 sono state revocate le deliberazioni 5 agosto 1993, n. 40516 «Approvazione della deliberazione tipo dell'autorizzazione in via sperimentale per l'impianto di compostaggio e per la produzione di compost e della relativa documentazione di rito», 7 aprile 1994, n. 51028 «Integrazione alla d.g.r. n. 40516 del 5 agosto 1993 - Approvazione della deliberazione tipo dell'autorizzazione in via sperimentale per l'impianto di compostaggio e per la produzione di composte della relativa documentazione di rito» e 19 aprile 1994, n. 51456 «Condizioni di impiego del prodotto degli impianti di compostaggio che trattano rifiuti di cui all'art. 5 comma 2 lettera C1 della legge regionale n. 21 dell'1 luglio 1993».

A voti unanimi espressi nelle forme di legge

DELIBERA

1. di approvare l'allegato documento tecnico denominato «Linee guida per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di compost», che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione;

2. di disporre che le suddette linee guida costituiscano norme tecniche di riferimento per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti per la produzione di compost, nonché metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, alle quali devono attenersi i soggetti istanti ai sensi del d.lgs. 22/97, relativamente ai nuovi impianti;

3. di stabilire che agli impianti esistenti si applicano le metodologie di campionamento, di analisi e di valutazione dei dati, sia sulle emissioni in atmosfera, che sulla qualità del compost prodotto, previste dalle presenti linee guida, a decorrere dalla data di pubblicazione del presente provvedimento;

4. di stabilire inoltre che i titolari di impianti esistenti, autorizzati ai sensi degli artt. 27, 28 o 31 e 33 del d.lgs. 22/97, debbano presentare, all'autorità competente indicata nella Tabella 1-2 delle presenti linee guida, entro 120 giorni dalla data di pubblicazione del presente provvedimento, un piano gestionale o un progetto di adeguamento ai contenuti delle linee guida, redatto secondo il dispositivo della d.g.r. 6 agosto 2002, n. 10161, da realizzare nel termine di un anno dal rilascio del relativo provvedimento autorizzativo o dalla comunicazione prevista dall'art. 33, comma 1, del d.lgs. 22/97, per le procedure semplificate;

5. di revocare la d.g.r. 16 luglio 1999, n. 44263;

6. di disporre che l'aggiornamento delle linee guida potrà essere approvato con decreto della Direzione Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità e/o Direzione Qualità dell'Ambiente, per quanto di rispettiva competenza;

7. di disporre altresì la comunicazione del presente provvedimento alle province;

8. di disporre inoltre la pubblicazione integrale del presente provvedimento sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia.

Il segretario: Sala

ALLEGATO

Regione Lombardia

Direzioni Generali:

Risorse idriche e servizi di pubblica utilità
Qualità dell'ambiente

LINEE GUIDA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI COMPOST

SOMMARIO

1. Stato dell'arte

- 1.1 Normativa a livello nazionale
- 1.2 Normativa a livello regionale
- 1.3 Sistemi di processo
- 1.4 Inserimento ambientale
- 1.5 Il processo
- 1.6 Sintesi informativa sugli impianti autorizzati in Lombardia

2. Trattamenti biologici

- 2.1 Bioconversione aerobica
- 2.2 Bioconversione (digestione) anaerobica
- 2.3 Pre e post-trattamenti

3. Articolazione ed obiettivi dei processi

- 3.1 Compostaggio di qualità 1
- 3.2 Compost fresco
- 3.3 Compostaggio di qualità 2 (compost «GRIGIO»)
- 3.4 Compostaggio di bassa qualità (FOS)
- 3.5 Vermicompostaggio
- 3.6 Digestione anaerobica
- 3.7 Stabilizzazione a secco (bioessiccazione)

4. Sistemi tecnologici

- 4.1 Sistemi chiusi o aperti
- 4.2 Sistemi statici e dinamici
- 4.3 Sistemi ad aerazione della biomassa naturale e forzata

5. Caratteristiche minime per impianti con capacità di trattamento maggiore o uguale a 1000 t/anno

- 5.1 Compost verde
- 5.2 Compost con altre tipologie di miscele
 - 5.2.1 Generalità su strutture e logistica
 - 5.2.2 Conferimento/ricezione e stoccaggio
 - 5.2.3 Pretrattamento (lacerazione sacco, operazioni meccaniche e macinazione)
 - 5.2.4 Biossificazione accelerata (ACT)
 - 5.2.5 Maturazione
 - 5.2.6 Raffinazione
 - 5.2.7 Stoccaggio finale
- 5.3 Sistemi di abbattimento (adottabili singolarmente e/o in combinazione)
 - 5.3.1 Biofiltri
 - 5.3.2 Scrubber (torre d'assorbimento)
 - 5.3.3 Abbattimento polveri (se necessario)
- 5.4 Trattamento reflui liquidi
- 5.5 Valori limite alle emissioni
 - 5.5.1 Trattamento effluenti areiformi
 - 5.5.2 Abbattimento polveri, inerti o biologicamente attive in impianti locali dedicati
- 5.6 Immissioni
- 5.7 Agenti patogeni
- 5.8 Localizzazione degli impianti

6. Contenuto in metalli (mg kg⁻¹ ss), fitotossicità, caratteristiche della componente organica nelle diverse categorie di compost proposte

7. Glossario

8. Campionamento e valutazione dei dati ottenuti

- 8.1 Criteri generali di misura dei parametri di emissione
- 8.2 concentrazione di odore delle emissioni
 - 8.2.1 Scelta dei punti di prelievo sul biofiltro
 - 8.2.2 Campionamenti
- 8.3 Criteri generali di misura delle immissioni

9. Criteri di valutazione dei risultati

- 9.1.1 Parametri di valutazione di processo
- 9.1.2 Presentazione dei risultati
- 9.1.3 Valutazione dei risultati: caratterizzazione delle emissioni
- 9.1.4 Valutazione della significatività della variazione di emissione
- 9.1.5 Calcolare la deviazione standard «pooled»
- 9.1.6 Calcolare il test T dell'EPA

Allegato A Self-Heating Test

Allegato B Test di Fitotossicità

Allegato C Determinazione dell'Indice di Respirazione: metodo dinamico (IRD)

Allegato D Analisi delle immissioni mediante microestrazione in fase solida e gas cromatografia/spettrometria di massa

INTRODUZIONE

Le presenti linee guida hanno lo scopo di offrire un contributo sia agli operatori del settore che a coloro che operano nell'ambito della pubblica amministrazione e risultano utili sia per il rilascio delle autorizzazioni che per l'effettuazione dei controlli del/i prodotti e della operatività degli impianti da parte degli Enti preposti.

Un passaggio significativo risulta essere la sinottica rivista dei processi biologici di trasformazione e l'articolazione degli obiettivi del processo di compostaggio.

Le caratteristiche minime che gli impianti devono possedere sono classificate per quantità di rifiuto trattato e sono indicate nel paragrafo 5. da pag. 17 a pag. 22.

Qualora tra le tipologie di rifiuti trattati sono previsti «sottoprodotti di origine animale», così come disciplinati dal Regolamento CE n. 1774/2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 3 ottobre 2002, gli impianti di compostaggio devono essere conformi alle disposizioni del Regolamento medesimo.

Le specifiche analitiche delle diverse tipologie di prodotti, le metodiche analitiche e le modalità di impiego sono elencate nelle tabelle alle pagine 23 e 24.

Gli allegati alle presenti linee guida forniscono inoltre i metodi per l'effettuazione dei Test richiesti nelle tabelle soprari-chiamate.

Viene infine allegato un glossario dei termini più ricorrenti utilizzati nel documento.

1. STATO DELL'ARTE

1.1 Normativa a livello nazionale

La Legislazione italiana sottopone il compost da rifiuti alle seguenti norme:

- d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (Decreto Ronchi) e successive modificazioni ed integrazioni;
- Decreto Ministero Ambiente 5 febbraio 1998 (individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del d.lgs. 22/97);
- Legge 748/84 che disciplina la produzione e la commercializzazione dei fertilizzanti e ammendanti (modificata con d.m. 27 marzo 1998 all'allegato 1 C alla voce «Ammendanti organici naturali»);
- Delibera del Comitato Interministeriale del 27/7/84;
- d.P.R. del 24 maggio 1988, n. 203 (relativamente alle emissioni in atmosfera);

Il d.lgs. 22/97 all'art. 6, definisce compost il «prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definire contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e in particolare a definirne i gradi di qualità». Lo stesso decreto prevede altresì che:

- a) entro sei anni si dovrà raggiungere l'obiettivo minimo del 35% di rifiuti raccolti in modo differenziato ed avviati al recupero;
- b) dal 22 agosto 2002 le discariche accetteranno solo rifiuti preselezionati e pretrattati (dovranno essere inertizzati per la collocazione a discarica).

Il d.lgs., agli artt. 31 e 33, introduce le procedure semplificate relativamente alle operazioni di recupero. Con l'emanazione del d.m. 5.2.98, sono state promulgate le norme tecniche per il recupero di materia da rifiuti non pericolosi anche in merito al compost da rifiuti. Per gli impianti di compostaggio sono state individuate: le tipologie dei rifiuti in ingresso, le caratteristiche del rifiuto (per i fanghi di depurazione, così come definiti dal d.lgs. 99/92, vengono dettate le percentuali di miscelazione su base secca), nonché le indicazioni dei principali parametri di processo il cui obbligo sussiste per gli impianti con capacità di trattamento maggiore di 1000 t/anno. Il prodotto ottenuto, definito compost di qualità, deve rispettare i limiti ed i parametri fissati dalla l. 748/84.

La delibera del C.I. 27 luglio 1984 fissa i requisiti di processo per il compostaggio e le caratteristiche agronomiche del prodotto, nonché i limiti di accettabilità dello stesso ai fini della tutela ambientale.

Inoltre, vengono puntualizzati i criteri ed i limiti di utilizzazione del compost:

- il materiale compostato può essere utilizzato su suoli a-

gricoli con concentrazioni di metalli inferiori a determinati valori e comunque il suo impiego non deve comportare apporti di metalli in quantità superiori ai limiti stabiliti;

- il quantitativo massimo utilizzabile sul suolo agricolo nel triennio non deve essere superiore a 30 t/ha (s.s.) ad eccezione dell'utilizzo floriculturale e nella preparazione di letti caldi;
- infine, sussistono limitazioni per alcune colture, pratiche colturali e su suoli con specifiche caratteristiche fisico-chimiche.

1.2 Normativa a livello regionale

Con la legge regionale 21/93 la Regione Lombardia, in applicazione ai principi di cui all'art. 3 della legge 8 giugno 1990 n. 142, stabilisce le modalità di esercizio delle funzioni regionali e di quelle provinciali nel campo specifico ed in particolare incentiva il perseguimento di:

- contenimento della produzione dei rifiuti;
- contenimento dei costi delle fasi di smaltimento;
- promozione della raccolta differenziata, del riciclaggio e di forme diverse di trattamento di varie frazioni.

La pianificazione delle attività di smaltimento dei rifiuti urbani e di quelli dichiarati assimilati, viene effettuata dalla Regione attraverso i piani provinciali elaborati secondo i criteri contenuti nella citata legge che assegna un ruolo prioritario alla raccolta differenziata e all'effettivo recupero.

Vengono definite due diverse tipologie di frazione umida dei r.s.u.:

- gli scarti vegetali derivanti dalla manutenzione del verde pubblico e privato;
- gli scarti di provenienza alimentare collettiva e mercatale.

Al compostaggio la l.r. 21/93 dedica due importanti passaggi che sottolineano la necessità di questa forma di trattamento della frazione organica dei rifiuti. L'art. 11 prevede infatti che la Regione possa autorizzare, in via sperimentale e nelle more della approvazione dei piani provinciali, la realizzazione e l'esercizio di impianti di compostaggio che trattino i rifiuti vegetali secondo le caratteristiche tecniche e progettuali individuate in un apposito provvedimento regionale (d.g.r. n. 40516/93 e 51028/94) che fissa inoltre le condizioni di impiego del prodotto ottenuto.

L'art. 9, al comma 4, enuncia che la Giunta Regionale applichi, con apposito provvedimento, le condizioni di impiego dei prodotti degli impianti di compostaggio che trattano i rifiuti di provenienza alimentare, collettiva e mercatale. (d.g.r. 51456/94)

Per la realizzazione degli impianti in questione l'art. 32, della medesima legge, sancisce la possibilità da parte dei privati di sostituirsi all'ente pubblico. Questa possibilità è stata ribadita e specificata con la l.r.9/95.

Con l.r. 6/2001 sono state delegate alle Province le competenze relative al rilascio di autorizzazioni alla realizzazione ed esercizio di impianti che effettuano operazioni di recupero e/o smaltimento, tra cui il compostaggio.

La delega è efficace dall'emanazione dei criteri e linee guida tecniche specifiche da adottarsi con delibera di Giunta Regionale.

1.3 Sistemi di processo

Dall'analisi legislativa e tecnica si può desumere che le caratteristiche per la realizzazione degli impianti di trattamento delle biomasse derivanti da raccolta differenziata, riguardano:

- tipologia;
- verifica degli impatti territoriali;
- sistema/i di processo;
- ottimizzazione della gestione.

La tipologia delle matrici e la percentuale di miscelazione influenzano il processo di trattamento e, conseguentemente, il prodotto finale.

Un compost di qualità si otterrà con matrici selezionate alla fonte e successivamente gestite in impianto tecnologicamente impostato alla valorizzazione delle proprietà agronomiche.

Se invece le matrici in ingresso provengono da:

- selezioni meccaniche post raccolta differenziata di r.s.u. tal quale e dal resto delle raccolte differenziate;
- raccolta differenziata di frazioni umide in situazioni di

alta concentrazione abitativa ed in mancanza di sistemi atti a garantire una omogeneità della frazione organica dei rifiuti,

con i normali sistemi di processo e senza spingere la raffinazione e la separazione, si otterrà un prodotto che avrà ragguardevoli parametri di stabilizzazione e igienizzazione accettabili, oltre ad una considerevole riduzione volumetrica, ma di qualità decisamente inferiore rispetto al primo.

1.4 Inserimento ambientale

Gli impianti che trasformano le matrici organiche in compost si possono normalmente definire impianti «a basso impatto ambientale». L'attività produttiva può essere assimilata ad una attività agricola od agroindustriale (impatto sul territorio simile a quello di un allevamento zootecnico).

Le fasi critiche in cui le emissioni olfattive potrebbero essere di nocimento all'igiene sono:

- la ricezione;
- lo stoccaggio iniziale;
- le prime fasi di biossidazione.

Pertanto, per quanto sopra, tali impianti possono anche essere realizzati in zone urbanisticamente definite come «zone agricole».

1.5 Il processo

Nel processo di compostaggio, affinché sia garantita la qualità del prodotto, particolare attenzione dovrà essere posta nel garantire situazioni aerobiche all'interno della massa durante la fase di fermentazione e, contestualmente, assicurare il cor-

retto scambio termico prevedendo il controllo della temperatura.

Le emissioni gassose dovranno essere trattate con opportuni presidi (biologici e/o chimico-fisico).

1.6 Sintesi informativa sugli impianti autorizzati in Lombardia

Il panorama che offre l'elenco degli impianti autorizzati in Lombardia evidenzia, in particolare, una difficoltà a livello locale a consentire l'operatività della maggior parte degli impianti dedicati al trattamento della frazione organica dei rifiuti solidi urbani derivanti dalla raccolta differenziata.

Un'altra lettura consente inoltre di evidenziare che gli impianti autorizzati, sono spesso riconducibili alle procedure ex l.r. 9/95 o alle ordinanze del Commissario Straordinario (in occasione della emergenza rifiuti a Milano).

Le tipologie impiantistiche possono essere schematizzate in:

- a) compost verde;
- b) compost di qualità
- c) compostaggio che prevede l'impiego di fanghi di depurazione;
- d) stabilizzazione della frazione organica;
- e) trattamento della frazione organica in condizioni anaerobiche;
- f) stabilizzazione a secco (cfr. pagina 15 bioessiccazione);
- g) selezione della frazione secca.

QUADRO SINOTTICO PER LE PROCEDURE AUTORIZZATIVE (prima dell'approvazione delle presenti linee guida)

TABELLA 1-1

Tipologia dei rifiuti in ingresso	Modalità di trattamento/impianto	Prodotto o rifiuto ottenuto	Riferimento normativo per il rilascio dell'autorizzazione	Ente titolare al rilascio dell'autorizzazione
Fanghi	Riutilizzo in agricoltura previo trattamento di igienizzazione e stabilizzazione	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9	Regione Lombardia
Fanghi + verde	Riutilizzo in agricoltura del rifiuto ottenuto mediante condizionamento (miscelazione dei fanghi con materiale verde)	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9	Regione Lombardia
Fanghi + verde + forsu	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dalla D.C.I. 27 luglio 1984	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 L. 748/84 D.g.r. 51456 del 19 aprile 1994 D.C.I. 27 luglio 1984	a) Se l'impianto è di piano la Regione Lombardia autorizza la potenzialità complessiva dell'impianto e la Provincia autorizza la parte di frazione organica prevista dal piano b) Autorizzazione regionale con procedura l.r. 9/95
Verde	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla d.g.r. 40516/93	L.r. 21/93	Regione Lombardia o Provincia
Forsu	Impianto di trattamento chimico-fisico	Ammendante da destinare al recupero ambientale: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dal DCI 27 luglio 1984	L. 748/84 D.C.I. 27 luglio 1984	Regione Lombardia
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost: nel rispetto dei parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98) nel rispetto dei limiti fissati dalla D.C.I. 27 luglio 1984	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 L.r. 9/95	Provincia, nel caso di impianto di piano Regione Lombardia se l'impianto non è di piano, con legge regionale 9/95
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16)	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare quanto previsto dal d.m. sia per le caratteristiche tecniche dell'impianto sia per il prodotto in uscita i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.m. 5 febbraio 1998	Comunicazione alla Provincia

QUADRO SINOTTICO PER LE PROCEDURE AUTORIZZATIVE CON LE LINEE GUIDA

TABELLA 1-2

<i>Tipologia dei rifiuti in ingresso</i>	<i>Modalità di trattamento/impianto</i>	<i>Prodotto o rifiuto ottenuto</i>	<i>Riferimento normativo per il rilascio dell'autorizzazione</i>	<i>Ente titolare al rilascio dell'autorizzazione</i>
Fanghi	Riutilizzo in agricoltura previo trattamento di igienizzazione e stabilizzazione	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi > 35% sulla s.s. tot + verde + rif. a matrice organica o a compostiz. Analoga a quella dei fertilizzanti di cui alla 748/84 e succ. integr. e modif.	Riutilizzo in agricoltura del rifiuto ottenuto mediante condizionamento (miscelazione dei fanghi con materiale verde)	Rifiuto speciale non pericoloso	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 D.lgs. 99/92 art. 9 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi < 35% sulla s.s. tot. + rif. Compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16) e/o rifiuti ritenuti idonei per loro natura	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Fanghi < 35% sulla s.s. tot. + verde + forsu	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Fanghi + verde + forsu	Impianto di compostaggio Impianto di trattamento chimico-fisico	Compost di bassa qualità: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Verde	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28	Provincia
Forsu	Impianto di trattamento chimico-fisico	Ammendante da destinarsi a recupero ambientale	D.lgs. 22/97 artt. 27 e 28 L. 748/84 D.P.R. 203/88	Provincia (1)
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost fresco: vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida. Di qualità 1 limiti coincidenti con 748/84 d.m. 27 marzo 1998 allegato 1C.; Per qualità 2 vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Forsu + verde	Impianto di compostaggio	Compost di bassa qualità (FOS): vedasi i limiti fissati con le attuali linee guida.	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	a) Se l'impianto è di piano la Provincia b) Se l'impianto non è di piano la Provincia (1)
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16)	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.m. 5 febbraio 1998 (d.lgs. 22/97 artt. 31 e 33). Per la realizzazione degli impianti i visti i pareri e le concessioni devono essere acquisite dagli Enti preposti	Comunicazione alla Provincia per l'esercizio dell'impianto
Rifiuti compostabili individuati dal d.m. 5 febbraio 1998 (punto 16) e/o rifiuti ritenuti idonei per loro natura	Impianto di compostaggio	Compost di qualità Deve rispettare i parametri fissati dalla 748/84 (revisione attuata con d.m. 27 marzo 98)	D.lgs. 22/97 Artt. 27 e 28 D.P.R. 203/88	Provincia (1)

NOTE

(1) La delega di funzione alle Province, come previsto dalla l.r. 6/2001, verrà attuata dalla Regione Lombardia con specifica d.g.r.

2. TRATTAMENTI BIOLOGICI

2.1 Bioconversione aerobica

L'obiettivo principale è quello della stabilizzazione biochimica, ossia dell'abbattimento della fermentescibilità; quello accessorio risiede nella igienizzazione della biomassa.

L'equilibrio di processo si gioca sull'assicurazione di tenori in ossigeno, all'interno della biomassa, coerenti con un metabolismo di tipo aerobico; dunque sulla coerenza generale tra:

- velocità di consumo di ossigeno;
- capacità di diffusione passiva.

Nel caso di trattamento biologico di biomasse ad elevata fermentescibilità (frazione umida da raccolta differenziata o da selezione meccanica, biomasse agroindustriali, fanghi biologici, ecc.), si tendono a distinguere due fasi processistiche:

1. una prima fase in cui la biomassa si presenta come ancora fortemente putrescibile e forte consumatrice di ossigeno: questa fase viene anche definita come bioossidazione accelerata o (ACT: «**active composting time**»);

2. una fase successiva di rallentamento dei processi metabolici: questa fase viene comunemente definita come fase di maturazione (o di cura).

La differenziazione tra fase attiva e di maturazione tende a perdere di significato nel caso del compostaggio di materiali a bassa degradabilità. Nel caso dell'adozione del vermicompostaggio, per la maturazione finale, si ravvisa l'opportunità di una prestabilizzazione o la miscelazione con materiale già stabilizzato.

2.2 Bioconversione (digestione) anaerobica

La bioconversione avviene in assenza di ossigeno, ed è intesa alla produzione di biogas.

Tale trattamento può essere considerato come preliminare al processo di Compostaggio che deve prevedere una bioconversione aerobica del digestato.

I sistemi anaerobici possono essere classificati essenzialmente in:

1. sistemi a umido, in cui i materiali organici vengono portati in sospensione e parzialmente disciolti in acqua;
2. sistemi a secco, in cui la digestione è a carico di materiale più o meno arricchito di acqua, ma non in sospensione.

Altre condizioni operative distintive riguardano le condizioni termometriche del processo (processi mesofili o termofili) e le discontinuità operative eventuali (processi continui od in *batch*).

Il digestato è considerato come rifiuto costituito da materiale a stabilizzazione ancora incompleta ed umidità relativamente alta; se destinato alla valorizzazione agronomica ammessa a libero impiego necessita di una fase di ossidazione che ne garantisca la completa stabilizzazione e la acquisizione di proprietà fisico-strutturali congruenti con l'impiego agronomico. In considerazione di ciò, la digestione anaerobica può essere anche considerata come un sistema di recupero di energia sotto forma di biogas nella prima fase di trasformazione, in alternativa alla ossidazione biochimica prodotta dalla stabilizzazione aerobica.

2.3 Pre e post-trattamenti

I pre e post-trattamenti possono essere intesi a:

1. condizionare la natura fisica dei materiali da sottoporre al processo di bioconversione, es.:
 - triturazione/sfibratura;
 - miscelazione/omogeneizzazione;
 - essiccazione o inumidimento;
2. separare i corpi estranei o indecomposti eventualmente presenti, es.:
 - pre-trattamenti
 - *vagliatura dimensionale*
 - *vagliatura idrodinamica*
 - *separazione magnetica di corpi metallici*
 - post-trattamenti
 - *raffinazione dimensionale*
 - *vagliatura densimetrica*
 - *vagliatura aeraulica*
3. qualificare merceologicamente il prodotto, es.:
 - essiccazione;

- pellettizzazione;
- granulazione.

3. ARTICOLAZIONE ED OBIETTIVI DEI PROCESSI

3.1 Compostaggio di qualità 1

È un trattamento di bioconversione aerobica di biomasse selezionate alla fonte ed inteso alla produzione di ammendanti e/o fertilizzanti organici per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 («Nuove norme sui fertilizzanti») e come tali liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, vivaistici, paesistici ecc.

A seconda della natura merceologica delle matrici trattate, si possono distinguere le seguenti sostanziali differenze operative:

- processi semplificati (compostaggio di soli scarti «verdi») a carico di matrici esclusivamente lignocellulosiche provenienti da manutenzione delle aree verdi (potature, sfalci, fogliame) eventualmente integrate da altri materiali legnosi e lignocellulosici (trucioli, cassetame, bancali, ecc.);
- processi che prevedono l'integrazione di matrici ad elevata fermentescibilità (scarti di origine alimentare, cascami di lavorazione dell'agroindustria, fanghi biologici, FOR-SU ecc.).

3.2 Compost fresco

È da considerare «Compost fresco», il prodotto ottenuto da un trattamento di bioconversione aerobica accelerata senza ulteriore fase di maturazione di biomasse selezionate alla fonte ed inteso alla produzione di ammendanti e/o fertilizzanti organici per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 («Nuove norme sui fertilizzanti») e con le limitazioni di cui alla tabella 6-1, e liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, vivaistici, paesistici ecc.

3.3 Compostaggio di qualità 2 (compost «grigio»)

Trattamento di bioconversione aerobica a carico di matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato («umido» da separazione meccanica dei RSU indefferenziati, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.), seguita da una raffinazione meccanica, inteso alla produzione di ammendanti per applicazioni vincolate per:

- quantità
- settore di applicazione (es. sistemazioni paesistico ambientali - previa autorizzazione).

L'utilizzazione in agricoltura è vincolata a 10 t/ha s.s. x anno ed alla presentazione di un piano di utilizzo agronomico dello stesso.

3.4 Compostaggio di bassa qualità (FOS)

Trattamento di bioconversione aerobica a carico di RSU indifferenziato, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, residuo della raffinazione per la produzione di «compost grigio» biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) inteso alla produzione di Frazione Organica Stabilizzata (FOS) collocabile in corpo di scarica o utilizzabile per operazioni di capping periodico durante la coltivazione delle stesse in eventuale miscelazione con inerti.

3.5 Vermicompostaggio

Il processo può essere inteso a trattare:

- biomasse selezionate con elevato grado di purezza merceologica;
- matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.).

Questo trattamento non può essere considerato come un sistema di compostaggio della frazione organica dei rifiuti, ma come una fase di raffinazione o pretrattamento dei rifiuti.

3.6 Digestione anaerobica

La parte impiantistica dedicata alla digestione anaerobica prevede sistemi di pre-trattamento intesi:

- alla separazione degli inerti;
- al condizionamento fisico ed alla regolazione dell'umidità.

Gli stessi sono variamente articolati a seconda che si tratti di:

- sistemi a umido, in cui i materiali organici vengono portati in sospensione e parzialmente disciolti in acqua;
- sistemi a secco, in cui la digestione avviene su un materiale più o meno arricchito di acqua, ma non in sospensione.

La bioconversione anaerobica non necessita di sistemi tecnologici dedicati alla ossigenazione del materiale; non è parimenti necessaria la miscelazione iniziale con materiale strutturante allo scopo di conferire porosità alla biomassa.

Gli impianti possono essere finalizzati, oltre che alla produzione di biogas, anche alla produzione di un materiale organico biologicamente stabilizzato, dopo che sia stato sottoposto a trattamento aerobico secondo le indicazioni di cui ai punti precedenti (comprese le considerazioni sui post-trattamenti).

3.7 Stabilizzazione a secco (bioessiccazione)

Trattamento di bioconversione aerobica di R.S.U. tal quale, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) I rifiuti così trattati possono essere assimilati al CDR (Combustibile Derivato da Rifiuti) qualora rispetti le caratteristiche indicate al punto 14 del d.m. 5 febbraio 1998 e/o inviati in impianti autorizzati di termoutilizzazione con recupero energetico.

4. SISTEMI TECNOLOGICI

4.1 Sistemi chiusi o aperti

Nei sistemi chiusi il processo viene condotto in spazi confinati o in aree coperte e tamponate, con il duplice scopo di un migliore controllo delle condizioni processistiche, ma soprattutto di una maggiore efficacia dei presidi ambientali.

In realtà tutti i sistemi tecnologici dovrebbero essere gestiti in ambiente chiuso, tuttavia per alcuni sistemi processistici quali biocontainer, sili, biotamburi, tunnel a tenuta con teli semipermeabili, etc., il confinamento in ambiente chiuso non riveste alcun significato pratico;

L'affidabilità ed efficacia dei sistemi aperti per la conduzione del processo ed il contenimento degli impatti dipende da alcune condizioni di fondo (alternative o sinergiche):

- bassa fermentescibilità delle matrici; es. compostaggio di soli residui «verdi»;
- elevata percentuale (es. maggiore del 60-70% p/p) di strutturante lignocellulosico, che consente d'altronde l'adozione di sistemi statici di compostaggio evitando i rilasci massicci di effluenti odorigeni collegati alle movimentazioni;
- inserimento delle iniziative in situazioni tipicamente «rurali» o «semi-rurali» (es. compostaggio di deiezioni zootecniche, copresenza di attività di allevamento, ecc.).

L'adozione dei sistemi aperti potrebbe dunque, in linea generale, essere ipotizzata e prevista:

- negli impianti di compostaggio di soli scarti «verdi»;
- negli impianti che per tipologie di rifiuti trattati risultano idonei per sistemi statici di compostaggio;
- nei casi di impianti a capacità operative limitate ed in situazioni territorialmente vocate;
- nelle fasi del processo successive alla ricezione, pretrattamento e stabilizzazione accelerata in cui si verifica:
 - una diminuzione del potenziale odorigeno;
 - un minore consumo d'ossigeno;
 - minore sviluppo di calore.

Fatto salvo quanto previsto al punto 16 RIFIUTI COMPOSTABILI dell'Allegato 1 Suballegato 1 del Decreto Ministero Ambiente 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22», gli impianti di compostaggio di capacità inferiore a 1000 t/anno, indipendentemente dal processo adottato, dovranno essere dotati di aree impermeabilizzate per lo svolgimento delle fasi di processo.

4.2 Sistemi statici e dinamici

I sistemi dinamici propongono meccanismi di movimentazione della biomassa; quelli statici ne prevedono invece il «riposo posizionale». Ai fini della valutazione processistica, la movimentazione è intesa come il rimescolamento della massa e la ricreazione delle condizioni di porosità e strutturazione. Pertanto vanno considerati tendenzialmente «statici» quei sistemi che pur traslando la massa non ne provocano rimescolamento e ristrutturazione.

A fronte degli obiettivi della movimentazione, l'idea generatrice dei sistemi statici è quella di non disturbare i rapporti tra biomassa e popolazione microbica evitando al contempo lo stress termico temporaneo dovuto alla perdita del calore durante l'operazione di movimentazione.

Tali obiettivi possono contribuire ad ulteriori accelerazioni del processo di stabilizzazione richiedendo, generalmente, quel grado di strutturazione sufficiente ad evitare l'autocompattamento della massa stessa. I sistemi dinamici presentano, invece, un maggiore «range» di condizioni d'applicazione in relazione alla composizione della miscela.

4.3 Sistemi ad aerazione della biomassa naturale e forzata

Le tecnologie possono prevedere sistemi di aerazione naturale o forzata; i primi sono adottati generalmente solo per i processi estensivi di compostaggio di scarti verdi con cumuli rivoltati e per le fasi di maturazione di biomasse; i secondi vengono utilizzati soprattutto per la fase attiva a carico di biomasse ad elevata fermentescibilità, sia per soddisfare l'elevato fabbisogno di ossigeno che per il controllo dell'andamento termico.

5. CARATTERISTICHE MINIME PER IMPIANTI CON CAPACITÀ DI TRATTAMENTO MAGGIORE O UGUALE A 1000 T/ANNO

Un processo di bioconversione di biomasse comprende necessariamente una prima fase di **biostabilizzazione ossidativa** delle componenti organiche fermentescibili eventualmente seguita da una seconda fase di **maturazione (umificazione)** per il miglioramento delle proprietà agronomiche del prodotto finale.

I requisiti minimi delle tipologie di trattamento qui descritte sono indicazioni generali che non escludono *know-how* e/o migliori tecnologie comunque in grado di garantire gli standard previsti dalle presenti linee guida.

5.1 Compost verde

Caratteristiche impiantistiche

Il pretrattamento della matrice organica a base ligno-cellulosica deve avvenire su idonea pavimentazione e può essere condotto all'aperto.

Altre indicazioni:

- raggiungimento della temperatura della biomassa di almeno 55°C per 3 giorni consecutivi; (*);
- indice di respirazione dinamico finale inferiore a 1000 mg O₂ x kg solido volatile⁻¹ x ora⁻¹ (**);
- l'impianto deve essere dotato della strumentazione idonea al controllo dell'andamento del processo e comunque della temperatura, misurata e registrata con frequenza giornaliera;
- sistemi di raccolta dei liquidi reflui.

La raffinazione può avvenire in *strutture confinate*.

5.2 Compost con altre tipologie di miscele

5.2.1 Generalità su strutture e logistica

In generale per lo stoccaggio in ingresso dei materiali ad elevata fermentescibilità (fanghi, residui alimentari, biomasse mercatali, ecc.) dovranno essere predisposte strutture confinate; tali strutture (sili, trincee coperte, vasche, ecc.) vanno diversificate per tipologia di biomassa e dimensionate su un minimo di 2 giorni ed un massimo di 5 (onde evitare estesi fenomeni putrefattivi) e rese accessibili mediante portali comandati da sistemi automatici di apertura e chiusura rapida.

La gestione delle fasi di pretrattamento (lacerazione sacchi, triturazione, miscelazione, vagliatura primaria, ecc.) e trasformazione attiva (ACT) deve essere effettuata in strutture chiuse; vengono considerate strutture chiuse i tunnel, le biocelle/biocontainer, i capannoni tamponati integralmente, i sili, i bioreattori dinamici a cilindro.

Da tali prescrizioni sono esentate le iniziative che ricadono nella casistica seguente:

a) impianti con capacità operative inferiori a 3000 ton/anno se posti in zone a destinazione agricola e ubicati a distanze superiori a 1000 metri da singole abitazioni o centri abitati;

b) impianti con sistema di tipo statico con miscela di almeno il 60-70% in peso di materiale strutturante e potenzialità compresa tra 1000 e 6000 ton/anno, se posti a distanze superiori a 1000 metri da singole abitazioni; l'esonazione dalle necessità di confinamento delle aree operative si applica limitatamente alla fase attiva, mentre le fasi di ricezione e pretrattamento vanno confinate e dotate di un sistema di abbattimento degli odori.

5.2.2 Conferimento/ricezione e stoccaggio

Questa fase comprende le operazioni di conferimento del rifiuto nelle sue varie tipologie, il collocamento dello stesso all'interno del fabbricato o dell'area e lo stoccaggio in luoghi adeguati.

Caratteristiche impiantistiche minime

- a meno delle eccezioni sopra individuate, lo scarico del rifiuto putrescibile deve avvenire in luoghi dotati di sistemi a tenuta al fine di evitare fuoriuscite di emissioni diffuse maleodoranti; tali luoghi dovranno essere muniti di sistemi a chiusura automatica;
- a meno delle eccezioni sopra individuate, lo stoccaggio (messa in riserva) dei rifiuti di cui sopra deve avvenire in luogo chiuso con aspirazione convogliata. Tale aspirazione deve essere atta a garantire almeno 2 ricambi/ora. L'effluente gassoso va inviato al presidio ambientale (vedi cap. successivo) e/o alla fase successiva di lavorazione del rifiuto;
- lo scarico e lo stoccaggio della matrice organica a base ligno-cellulosica deve avvenire su adeguata pavimentazione. Tale operazione può essere effettuata anche all'aperto, adottando idonei sistemi atti ad evitare la dispersione eolica.

I luoghi a ciò preposti devono essere dotati di pavimentazione adeguata che faciliti la pulizia e il recupero del refluo.

A livello progettuale devono essere privilegiati i sistemi di movimentazione con funzionamento elettrico.

5.2.3 Pretrattamento (lacerazione sacco, operazioni meccaniche e macinazione)

Per pretrattamento si intendono tutte le operazioni destinate alla preparazione del rifiuto per il processo di biostabilizzazione. In particolare, si possono prevedere alcune o tutte le seguenti fasi:

- lacerazione sacco/triturazione;
- vagliatura;
- miscelazione;
- deferrizzazione.

Caratteristiche impiantistiche minime

A meno delle eccezioni sopra individuate, l'edificio deve essere chiuso con almeno due ricambi ora. L'effluente gassoso va inviato al presidio ambientale e/o alla fase successiva. La pavimentazione deve essere costruita in materiale adeguato con facilità di pulizia e recupero del refluo.

5.2.4 Biossificazione accelerata (ACT)

La fase di biossificazione è la reazione biologica esotermica che permette di ottenere una parziale degradazione della componente organica. Tutto il procedimento avviene in fase aerobica e si avvale di sistemi di aerazione forzata e/o di metodi di rivoltamento atti a favorire lo scambio di ossigeno tra la massa e l'atmosfera.

Caratteristiche impiantistiche minime

- a meno delle eccezioni sopra individuate, struttura chiusa, in depressione, con almeno 4 ricambi/ora (ove prevista la presenza di operatori interni) o 2 ricambi/ora (senza presenza di operatori o con adozione di ulteriori sistemi di confinamento dei materiali all'interno degli edifici, quali teli, container, ecc.);
- a meno delle eccezioni sopra individuate, presidio ambientale dell'effluente gassoso (vedi cap. successivo);
- trattamento in fase aerobica;
- l'impianto deve essere dotato della strumentazione idonea al controllo dell'andamento del processo e comunque della temperatura, misurata e registrata con frequenza giornaliera;

- sistemi di raccolta dei liquidi reflui;
- gruppo di continuità per la fornitura di energia elettrica per il funzionamento dei sistemi di monitoraggio.

Parametri di processo

- raggiungimento della temperatura della biomassa di almeno 55°C per 3 giorni consecutivi (*);
- indice di respirazione dinamico finale (prima del posizionamento del materiale nella eventuale sezione di maturazione esterna) inferiore a 1000 mg O₂ x kg SV⁻¹x ora⁻¹ (**).

5.2.5 Maturazione

La fase di maturazione consiste nel completare l'evoluzione del materiale organico attraverso la reazione di umificazione. L'operazione può avvenire in luoghi aperti. Per la produzione di «Compost fresco» non è necessaria tale fase.

Caratteristiche impiantistiche minime

- dimensionamento della sezione di maturazione atta comunque a garantire, congiuntamente alla fase di Biossificazione Accelerata, un tempo totale di processo pari ad almeno 80 giorni (da documentare con calcoli di dimensionamento delle aree e dei volumi necessari);
- pavimentazione idonea alla pulizia e al recupero degli eventuali reflui (impermeabile e canalizzata);
- sistemi di gestione atti a evitare la dispersione eolica del materiale.

Parametri di processo

- indice di respirazione dinamico finale inferiore a 500 mg O₂ x kg SV⁻¹x ora⁻¹ (**)

5.2.6 Raffinazione

Consiste nella caratterizzazione del materiale per classi granulometriche con separazione delle impurezze.

Caratteristiche impiantistiche minime

- Sistema chiuso;
- presidio ambientale per abbattimento delle polveri.
- Per processi finalizzati a produrre Compost fresco e Compost di qualità 1 (vedi Tab. 6-1), si possono prevedere soluzioni tecniche alternative atte a garantire l'assenza di emissioni polverose durante la raffinazione del materiale, fatte salve eventuali richieste dell'organo di controllo.

5.2.7 Stoccaggio finale

Consiste nella fase di conservazione del prodotto finito.

Caratteristiche impiantistiche minime

- nel caso di silos a torre, adozione di presidi ambientali costituiti da depolveratori con mezzi filtranti a secco;
- pavimentazione idonea alla pulizia e al recupero degli eventuali reflui;
- sistemi di gestione atti ad evitare la dispersione eolica del materiale.

5.3 Sistemi di abbattimento (adottabili singolarmente e/o in combinazione)

5.3.1 Biofiltri

Caratteristiche impiantistiche minime

- Costituzione del letto di biofiltrazione atto ad evitare fenomeni di canalizzazione dell'aria dovuti ad effetto bordo;
- costruzione modulare di ogni singola unità di biofiltrazione, con almeno 3 moduli singolarmente disattivabili in sede di manutenzione straordinaria (con particolare riferimento al cambiamento del mezzo biofiltrante);
- tempo di contatto non inferiore a 45 secondi;
- altezza minima del biofiltro (letto filtrante) 100 cm;
- altezza massima del biofiltro (letto filtrante) 200 cm (situazioni diverse saranno soggette a specifiche valutazioni);
- valore di riferimento per la portata specifica 80 Nm³/h x m³ di strato filtrante;
- il dimensionamento del sistema di convogliamento degli effluenti aeriformi all'impianto d'abbattimento dovrà tenere conto delle perdite di carico, legate all'eventuale impaccamento delle torri ad umido e/o alla porosità del mezzo biofiltrante.

L'eventuale copertura/chiusura dei biofiltri fissa o mobile può essere prevista in funzione delle seguenti condizioni:

- centro urbano ancorché l'impianto sia dislocato in zona industriale;
- nelle immediate vicinanze al centro urbano anche se l'impianto è dislocato in zona agricola;
- in località ad elevata piovosità media (acqua meteorica > 2000 mm/anno);

Parametri di processo

- la concentrazione odorigena massima in ingresso al biofiltro dovrà essere tale per cui l'efficienza di abbattimento garantisca un valore teorico in uscita dal biofiltro inferiore alle 300 U.O./m³ (il valore sarà ottenuto dalla formula: $UO/m^3_{ingresso} = 300/m^3_{uscita} (1 - R_e)^{-1}$). Il raggiungimento di tale valore limite può essere ottenuto attraverso l'adeguamento dimensionale del biofiltro oppure il prelavaggio ad acqua (con o senza l'aggiunta di reagenti) degli effluenti gassosi mediante l'uso di sistemi a nebulizzazione in condotta oppure mediante torri d'assorbimento ad umido;
- controllo dell'umidità del biofiltro mediante idonea strumentazione per il mantenimento dei valori ottimali verificati in fase di messa a regime dell'impianto (ex art. 8 d.P.R. 203/88).
- controllo della misura dell'umidità relativa dell'aria in uscita dal biofiltro non è richiesta la registrazione in continuo ma solo la rilevazione.

5.3.2 Scrubber (torre d'assorbimento)

Caratteristiche impiantistiche

- velocità di attraversamento \leq ad 1 m/sec;
- tempo di contatto (rapporto tra volume del riempimento e portata specifica) non < a 2 secondi;
- altezza minima del riempimento non < a 70 cm;
- Rapporto tra fluido abbattente ed effluente inquinante 2:1000 espresso in m³/Nm³.

5.3.3 Abbattimento polveri (se necessario)

Caratteristiche impiantistiche

- filtri a maniche;
- superficie filtrante tale per cui la velocità di filtrazione sia \leq 1,6 m/minuto;
- pressostato differenziale collegato a sistemi di allarme ottico ed acustico.

5.4 Trattamento reflui liquidi

Caratteristiche impiantistiche

- vasca di raccolta acque di prima pioggia come previsto dalla l.r. 62/85;
- vasca di raccolta del percolato di dimensioni adeguate alla sua produzione (calcoli relativi da indicare in sede progettuale).

Il percolato può essere usato per ricircolo sui cumuli nella fase di biossidazione (ACT).

5.5 Valori limite alle emissioni

5.5.1. Trattamento effluenti areiformi

Concentrazione di odore: **300 unità odorimetriche/m³**

Composti ridotti dell'azoto espressi come NH₃: **5 mg/N m³**

5.5.2 Abbattimento polveri, inerti o biologicamente attive in impianti locali dedicati

Fare riferimento ai limiti per analoghi impianti industriali ai sensi del d.P.R. 203/88

Polveri: **10 mg/Nm³**.

In quanto applicabili valgono i limiti di legge alle emissioni industriali fissati ai sensi del d.P.R. 203/88.

Nel caso di situazioni ambientali critiche per molestia olfattiva possono essere utilizzati diversi metodi d'indagine con valore diagnostico, quali quelli descritti in appendice (campionamento in bags o mediante campionatore passivo presso le diverse potenziali fonti di odore ed in altre postazioni di riferimento e successiva determinazione GC-MS con elaborazione statistica mediante PCA).

5.6 Immissioni

In presenza di situazioni critiche, nonostante il rispetto dei parametri relativi alle emissioni, si possono effettuare analisi dell'aeriforme, quale ad esempio la gas-cromatografia-spettrometria di massa (GC/MS) con idonea tecnica di preconcentrazione (criofocalizzazione microestrazione in fase solida o altro).

5.7 Agenti patogeni

Per l'eliminazione del rischio all'interno degli impianti (ambienti di lavoro) vale quanto previsto nel d.lgs. 626/94. Per l'esterno è irrilevante.

5.8 Localizzazione degli impianti

Fare riferimento alla legislazione ambientale e sanitaria vigente così come già applicata in sede autorizzativa relativamente ad altre tipologie di impianti di trattamento rifiuti di cui alla d.g.r. n. 7/10161 del 6 agosto 2002 Allegato A punto 2.3 (pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - Serie Ordinaria - n. 37 del 9 settembre 2002)

(*) Delibera Comitato Interministeriale 27 luglio 1984 (Testo allegato) punto 3.4 ovvero 3.4.1.

(**) SV: frazione dello sostanza secca volatile a 550°C

R_e (removal efficiency): efficienza d'abbattimento = $(C_i - C_u) / C_i$

(dove C_i è la concentrazione di odore in ingresso espressa in Unità Odorimetriche mentre C_u è la concentrazione di odore in uscita sempre espressa in Unità Odorimetriche).

6. CONTENUTO IN METALLI (mg kg⁻¹ss), FITOTOSSICITÀ, CARATTERISTICHE DELLA COMPONENTE ORGANICA NELLE DIVERSE CATEGORIE DI COMPOST PROPOSTE

TABELLA 6-1

Tipologie	Cd	Cr tot (**)	Ni	Pb	Cu	Hg	Zn	Fitotox (***)	IRD (****)
Compost fresco (*)	< 1	< 70	< 50	< 100	< 100	< 1	< 300	Idoneo	< 1000
Compost di qualità 1 (*)	\leq 1.5	\leq 150	\leq 100	\leq 140	\leq 150	\leq 1.5	\leq 500	Idoneo	< 500
Compost di qualità 2 Per uso non agricolo (**)	1.6-4	151-300	101-150	141-300	151-400	1.5-5	501-1500	Idoneo	< 500 < 1000
Compost di bassa qualità (FOS)	> 4	> 300	> 150	> 300	> 400	> 5	> 1500	-	< 1000

(*) Sono previsti i seguenti valori limite: (d.lgs. 99/92 modificata come segue: coliformi fecali MPN/ g s.s. < 10000; salmonelle MPN/ g s.s. < 100; uova vitali di elminti assenti e l'assenza di semi germinanti.

Metodica: Test methods for the examination of composting and compost-1st Edition december 1997 - US Composting Council 44224-Montgomery Avenue Suite 102 - Bethesda Maryland 20814 USA. Il testo comprende anche le norme di campionamento

(*) Per l'impegno florovivaistico sono previste anche le caratteristiche idrologiche: curva di ritenzione idrica, densità reale ed apparente, porosità totale e libera.

(**) Per le prime tre tipologie il contenuto in Cr⁶⁺ non deve essere superiore a 0,5 ppm s.s.

(***) Cfr. Allegato B.

(****) Indice di Respirazione Dinamico (IRD) da determinarsi con metodo dinamico come da allegato «C»

(**) Su aree degradate e ex cave fatte salve per queste ultime le prescrizioni delle norme sulla tutela delle acque

N.B.: Solo il rispetto di tutte le caratteristiche indicate in riga (limite indicato \pm 20% su un minimo di 4 campionamenti annui) consente la classificazione nella tipologia indicata. In caso contrario il compost viene declassato alla tipologia inferiore e così via.

Per le varie tipologie di compost devono inoltre essere rispettati i parametri chimici e microbiologici previsti dal d.m. 27 marzo 1998: mod. all. 1C della legge 19 ottobre 1984 n. 748 recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti.

LIMITI ALLA PRESENZA DI INERTI, VETRI E PLASTICHE

TABELLA 6-2

Tipologie	Vetri	Plastiche
Compost fresco	Cfr. l. 748/84 come modificato dal Decreto 27 marzo 1998	Cfr. l. 748/84 come modificato dal Decreto 27 marzo 1998
Compost di qualità 1	Vedi sopra	Vedi sopra
Compost di qualità 2	Cfr. DCI 27 luglio 1984	Cfr. DCI 27 luglio 1984
Compost di bassa qualità (FOS)	Non previsto	Non previsto

DOSI E MODALITÀ DI IMPIEGO DELLE DIVERSE TIPOLOGIE DI COMPOST PROPOSTE

TABELLA 6-3

Tipologie	Dosi di impiego	Modalità
Compost fresco	Secondo le buone norme agronomiche	Libera commercializzazione
Compost di qualità 1	Secondo le buone norme agronomiche	Libera commercializzazione
Compost di qualità 2	10 t/ha s.s. x anno (*)	Provvedimenti autorizzativi
Compost di bassa qualità (FOS)	Illimitate comprese le operazioni di «capping»	Provvedimenti autorizzativi

(*) l'utilizzo in agricoltura non comporta l'onere di verifica della rispondenza dei suoli ai valori limite stabiliti dal d.lgs. 99/92

7. GLOSSARIO

Acqua di percolazione: refluo liquido caratterizzato dalla presenza di sostanza organica, minerali e microrganismi, risultante dalla perdita di acqua gravitazionale da un qualsivoglia materiale e o sistema.

Alta putrescibilità: parametro microbiologico che indica l'attitudine del carbonio di una matrice organica ad essere rapidamente colonizzato e quindi consumato dalla microflora spontanea. È determinabile analiticamente dal consumo di ossigeno nel tempo riferito all'unità di massa o dalla conversione del carbonio solido in CO₂ gassosa.

Ammendante: materiale, in genere allo stato solido, impiegato nella pratica agricola quale apportatore di carbonio a diverso grado di complessità molecolare.

Arie esauste: refluo gassoso veicolante molecole organiche o inorganiche odorogene e non ed elementi chimici, risultante da un qualsivoglia processo di trasformazione in grado di modificare in qualsiasi misura la composizione dell'aria in ingresso.

Bassa putrescibilità: parametro microbiologico che indica l'attitudine del carbonio di una matrice organica ad essere lentamente o con difficoltà colonizzato e consumato dalla microflora spontanea. È determinabile analiticamente dal consumo di ossigeno nel tempo riferito all'unità di massa o dalla conversione del carbonio solido in CO₂ gassosa.

Biodegradabilità: attitudine di una matrice organica a fungere da alimento per un qualsiasi tipo di microrganismo.

Biofiltro: sistema biologico confinato rappresentato generalmente da una fase solida, caratterizzata da un grado di umidità ottimale, colonizzata da microrganismi in grado di metabolizzare sostanze organiche ed inorganiche volatili.

Bioconversione: l'insieme dei processi strettamente biologici, aerobici od anaerobici, di trasformazione del materiale sottoposto a trattamento biologico. La bioconversione è essenzialmente operata da popolazioni microbiche con eventuali interventi accessori spontanei o indotti di anellidi o altri macroinvertebrati.

Bioessiccamento:

(alias bioessiccazione) processo in grado di ottenere il parziale essiccamento della massa sfruttando la esotermia delle reazioni biologiche aerobiche.

Bioossidazione:

processo biologico microbico aerobico in grado di trasformare parte del carbonio di un substrato organico in anidride carbonica ed acqua.

Compost di qualità:

prodotto derivante dal trattamento biologico di biomasse selezionate inteso alla produzione di ammendante e/o fertilizzante organico per applicazioni agronomiche corrispondenti agli standard di cui alla l. 748/84 (così come modificato nell'allegato 1C, dal d.m. 27 marzo 1998) e come tali liberamente commercializzabili ed impiegabili in tutti i settori agricoli, paesistici, vivaistici, etc.

Compost fresco:

compost ottenuto dopo la sola fase di biostabilizzazione cui corrisponde assenza di fitotossicità e di semi vitali.

Compost grigio:

prodotto derivante dal trattamento biologico di matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umidi da separazione meccanica, biomasse da raccolta differenziata a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione relativamente elevata, etc.) inteso alla produzione di ammendanti per applicazioni vincolate per quantità e settore di applicazione (cfr. Compost qualità 2).

Compost di bassa qualità

Prodotto derivante dal trattamento di bioconversione aerobica a carico di RSU tal quale, residuo delle raccolte differenziate o matrici organiche a grado di contaminazione relativamente elevato (umido da separazione meccanica, biomasse da raccolte differenziate a bassa efficacia, fanghi di depurazione a contaminazione in microinquinanti relativamente elevata, ecc.) inteso alla produzione di Frazione Organica Stabilizzata (FOS) collocabile in corpo di discarica o utilizzabile per operazioni di capping periodico durante la coltivazione delle stesse in eventuale miscelazione con inerti.

Compost verde:

come «Compost di Qualità» ma quando la miscela è rappresentata da residui della manutenzione del verde pubblico e privato.

Correzione:	operazione che consiste nell'aggiunta di sostanze in grado di influenzare la reazione (pH) del substrato.	Produttore:	la persona la cui attività ha prodotto rifiuti e la persona che ha effettuato operazioni di pretrattamento o di miscuglio o altre operazioni che hanno mutato la natura o la composizione dei rifiuti.
Compostaggio:	processo in grado di garantire l'andamento ottimale dell'attacco microbico del materiale organico e la sua parziale o totale umificazione.	Raccolta:	l'operazione di prelievo, di cernita e di raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto.
Detentore:	il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che li detiene.	Raccolta differenziata:	la raccolta idonea a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, compresa la frazione organica umida, destinata al riutilizzo, al riciclaggio ed al recupero di materia prima.
Disidratazione:	processo di essiccamento termico dei rifiuti al fine di ottenere materiale idoneo per gli utilizzi secondo quanto stabilito dalle singole categorie di compost previste dalle presenti linee guida.	Raffinazione:	processo meccanico in grado di separare il compost in classi granulometriche ed allontanando così corpi estranei e/o indecomposti.
Edificio:	struttura all'interno della quale avviene la trasformazione del rifiuto o che contenga macchinari necessari alla separazione del rifiuto, allo svolgimento del processo biologico, alla sua maturazione, etc..	Recupero:	le operazioni previste dall'allegato «C» del d.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22, e successive modifiche e integrazioni.
Fermentescibilità:	vedi putrescibilità.	Recupero ambientale:	l'insieme delle tecnologie agrarie atte a ripristinare la fertilità (vedi) del suolo.
Fertilità:	attitudine di un substrato a garantire le esigenze nutrizionali e di abitabilità ad una o più specie vegetali.	Rifiuto:	qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'allegato «A» (del d.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22, e successive modifiche e integrazioni) e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.
FORSU	Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani raccolta separatamente	Scrubber	sistema in grado di adsorbire, ossidare o salificare molecole odorigene presenti nelle arie esauste.
FOS	Frazione organica stabilizzata: cfr. compost di bassa qualità	Stabilità biologica:	stato del processo di biotrasformazione caratterizzato da modesta attività biologica misurabile attraverso il consumo orario di ossigeno o la produzione di CO ₂ per unità di massa.
Flora microbica:	l'insieme dei microrganismi che attendono alla degradazione-trasformazione di un substrato organico.	Stabilizzazione:	processo in grado di garantire l'andamento ottimale dell'attacco microbico del materiale organico sino al raggiungimento della stabilità biologica.
Gestore:	chi opera la gestione ossia la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni.	Strutturante:	qualsiasi materiale biodegradabile o non in grado di modificare la densità apparente della miscela al fine di migliorare le caratteristiche di permeabilità all'aria e all'acqua.
Granulometria:	classificazione della componente solida di un materiale per intervalli dimensionali.		
Humus:	coacervo di molecole a prevalente caratteristica aromatica, biomasse microbiche, cataboliti, anaboliti e materiale organico quale frutto dell'attività degradativa della microflora.		
Igienizzazione:	stato microbiologico di un qualsiasi materiale caratterizzato da assenza o minima presenza di organismi patogeni nei confronti dell'uomo.		
Impianto:	il complesso degli edifici, piazzali e dei macchinari necessari all'esplicitamento del processo di compostaggio, stabilizzazione, maturazione, etc.		
Impermeabilizzazione	Sistema di pavimentazione finalizzato ad evitare contaminazioni del suolo mediante la raccolta delle acque di percolazione e dilavamento materiale impiegato a vario titolo e/o presente che comunque non partecipa ad alcuna reazione chimica né biologica.		
Inerti:	materiale impiegato a vario titolo e/o presente che comunque non partecipa ad alcuna reazione chimica né biologica.		
Maturazione:	fase del processo biologico caratterizzata da modesta esotermia e al termine della quale si verifica la scomparsa di fitotossicità.		
Processo aerobico:	indica, in linea generale, lo svolgersi di un processo microbico in presenza di aria (ossigeno) a livelli tali da mantenere la concentrazione di ossigeno a valori ottimali (superiore al 10%) per l'attività microbica.		
Processo anaerobico:	indica, in linea generale, lo svolgersi di un processo microbico in totale assenza di ossigeno o in concentrazioni di ossigeno tali da non limitare l'attività della flora anaerobica con possibile produzione di composti ridotti del carbonio, dell'azoto e dello zolfo.		

8. CAMPIONAMENTO E VALUTAZIONE DEI DATI OTTENUTI

8.1 Criteri generali di misura dei parametri di emissione

I parametri di emissione saranno misurati seguendo le norme di buona tecnica (UNI ove presenti o NIOSH, ACGIH)

Prima di procedere al campionamento degli effluenti provenienti dal biofiltro, si dovrà verificare assenza di flussi preferenziali lungo il perimetro del biofiltro stesso; tale assenza è verificata mediante il riscontro di valori di velocità in uscita dell'effluente rientrante nella media dei valori misurati sulla superficie emittente.

Per le misure delle emissioni in uscita dai biofiltri, si procederà, invece, in prima istanza alla misura della portata nella condotta a monte del presidio depurativo, secondo la norma UNI e si annoterà la misura della portata complessiva in ingresso al biofiltro.

Successivamente si procederà all'analisi delle emissioni dal biofiltro suddividendo dapprima la superficie superiore del letto dello stesso (biofiltro) in subaree di grandezza pari all'1% della superficie totale, per un numero di subaree totali comunque non inferiore a 4 e non superiori a 10.

8.2 Concentrazione di odore delle emissioni

La valutazione olfattometrica deve essere effettuata secondo le procedure previste dalle linee guida CEN TC 264 in attesa di pubblicazione.

8.2.1 Scelta dei punti di prelievo sul biofiltro

Il biofiltro dovrà essere suddiviso in subaree equivalenti, in numero pari all'1% della superficie del biofiltro espressa in m², per un numero di subaree totali comunque non inferiori a 4 e non superiori a 10, al cui interno in modo casuale andranno effettuati i campionamenti.

Per l'effettuazione delle misure all'interno delle subaree, si propone di utilizzare un imbuto a base quadrata, con bocca di presa di 1 m² e cammino acceleratore di 0,074 m², corrispondente ad una sezione di uscita di diametro di 300 mm (A1 = 0,07069 m²).

Per la misura della portata in uscita dal biofiltro, dato che le velocità sono molto basse, è indispensabile utilizzare un anemometro a elica con le seguenti caratteristiche:

- precisione ± 0.1 m/s;
- limite di rilevabilità 0.1 m/s.

Nelle condizioni di usuale dimensionamento dei biofiltri (80 m³/hxm³) la velocità nel cammino si attesterebbe intorno a 0,4 m/s valore che, con tubi lisci garantisce il moto laminare dell'aria.

Nel caso in cui il biofiltro fosse dimensionato su un carico di 150 m³/hxm³ la velocità nel cammino acceleratore sarebbe ancora nel campo di moto laminare (0,6 m/s).

In queste condizioni si può senza alcun dubbio assumere che la perdita di carico nell'imbuto acceleratore sia trascurabile, portando quindi a considerare ragionevole che la velocità nel cammino sia uguale, a meno di un fattore moltiplicativo ottenuto dal rapporto delle due sezioni (ingresso e uscita) dell'imbuto ($f = A/A1 = 1/0,07069 = 14,15$), alle velocità di uscita dal biofiltro.

Eventuale utilizzo di coefficienti correttivi

Qualora si volesse procedere alla verifica sperimentale di quanto asserito nei punti precedenti e si volesse contemporaneamente passare alla determinazione di coefficienti empirici correttivi si potrebbe procedere, come segue:

Attrezzatura

- Biofiltro superficie ≥ 50 m²
- Ventilatore di alimentazione con motore regolato da inverter
- Imbuto acceleratore (cfr. descrizione sopra riportata)
- Anemometro ad elica

Determinazione dei coefficienti correttivi

Procedura:

1. Suddivisione della superficie del biofiltro secondo un reticolo con settore di 1 x 1 m
2. Determinazione della portata alimentata al biofiltro ottenuta mediante la misurazione della velocità nella tubazione di mandata (o aspirazione) del ventilatore;
3. A velocità costante del ventilatore, esecuzione della misura della velocità di uscita dal biofiltro, operando una misura per ogni settore predeterminato, utilizzando l'imbuto acceleratore non considerando i settori perimetrali per escludere l'influenza dell'effetto parete;
4. Calcolo della media delle velocità/portate ottenute, moltiplicando la quale per la superficie totale del filtro si ottiene il valore della portata in uscita dal biofiltro;
5. Il rapporto tra la portata in ingresso e la portata in uscita costituisce il coefficiente correttivo da utilizzare, a quel valore di velocità, per calcolare, una volta conosciuta la portata misurata nell'imbuto, la portata effettiva del settore misurato;
6. Impostando diverse velocità di rotazione del ventilatore, si può così procedere alla costruzione di una tabella che fornisca il coefficiente correttivo in funzione della velocità di attraversamento, essendo la stessa fortemente influenzante le perdite di carico.
7. La media dei valori acquisiti moltiplicata per la superficie totale non dovrà scostarsi dal valore di portata misurata a monte, per un valore maggiore del 20%.

8.2.2 Campionamenti

I campionamenti, di durata opportuna a garantire il prelievo di un'aliquota significativa per il metodo analitico prescelto, saranno effettuati in almeno 4 punti (subaree) rappresentativi della distribuzione delle velocità.

I campionamenti dovranno essere effettuati seguendo le norme di buona tecnica adottate per le emissioni convogliate.

Una prima indagine potrà essere svolta come sopra, mediante campionamenti istantanei per avere una indicazione di massima delle concentrazioni presenti. Criteri di valutazione dei risultati

Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i dati relativi allo stato dell'impianto (ad esempio la velocità del ventilatore) e le modalità operative del campionamento

Valutazione dei risultati

Il valore limite si intende rispettato quando il valore di ogni misura è inferiore o uguale a detto valore (limite).

8.3 Criteri generali di misura delle immissioni

A volte, pur in presenza di rispetto dei valori-limite delle emissioni da parte dei sistemi di presidio ambientale, si rilevano situazioni controverse con segnalazione di odori nell'intorno dell'impianto. Verosimilmente, in tali casi l'odore è dovuto ai contributi, singoli od in combinazione, di altre potenziali fonti, presidiate (es. zone di ricezione durante l'apertura dei portali di scarico) o non presidiate (es. maturazione, pozze di percolato sui piazzali esterni, ecc.)

Allo scopo di individuare oggettivamente i contributi delle diverse fonti, concentrando e accelerando gli sforzi tecnologici e gestionali intesi a superare le criticità emerse, possono essere utilizzati a scopo diagnostico alcune metodiche volte alla caratterizzazione delle emissioni ed alla eventuale verifica della loro analogia con gli odori avvertiti sul territorio (individuando in particolare le fonti a contributo prevalente od esclusivo, in modo da concentrare immediatamente su di esse gli sforzi operativi intesi al superamento dei problemi)

In particolare, si segnalano a scopo diagnostico (senza intenzione di escluderne altre che rispettino i principi di significatività nel caso di indagini sulle emissioni e le immissioni da impianti di trattamento biologico) le seguenti 2 metodiche:

- a) criofocalizzazione e GC/MS come ad esempio metodiche EPA TO-1, TO-17,
- b) SPME e GC/MS vedi allegato D.

Un'ulteriore valutazione di merito rispetto ai parametri di emissione può essere effettuata mediante la misura dell'azoto organico aerodisperso. In questo caso le misure, vanno effettuate evitando periodi in cui siano presenti contributi odoriferi imputabili anche a pratiche agricole esercitate in loco.

9. CRITERI DI VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i dati relativi all'impianto ed alle misure effettuate, compresi eventuali ipotesi di interferenza da addebitare a contributi diversi dall'insediamento.

Valutazione dei risultati

In coerenza con quanto esposto in premessa, l'indagine assume valore diagnostico; può infatti coadiuvare le indagini finalizzate all'accertamento di condizioni gestionali sub-ottimali o critiche per fermentescibilità ancora relativamente elevata dei materiali posti in maturazione all'esterno. Va sottolineato a tale proposito che per il materiale da posizionare in sezioni di maturazione esterne, valgono comunque i valori prescrittivi di cui al paragrafo 5.2.4 (con particolare riferimento al conseguimento di un indice respirometrico dinamico inferiore a 1000 mg O₂/kg SV.h)

9.1.1 parametri di valutazione di processo

Le misure di emissioni ed immissioni non possono essere disgiunte da test significativi sul materiale in compostaggio; pertanto si procederà al prelievo di opportuna quantità di materiale da sottoporre al test di respirazione dinamico così come precedentemente indicato.

Altro test ancillare, è rappresentato dalla misura del potere di autoriscaldamento (self heating test) da effettuarsi in vaso Dewar così come da metodo allegato (cfr. oltre).

9.1.2 Presentazione dei risultati

Nel registro dei risultati dovranno essere riportati i seguenti dati:

- a) ditta
- b) impianto
- c) sorgente di emissione, fase di processo e sue caratteristiche:

- altezza da quota terra, in m
 - sezione della bocca del camino o del biofiltro, in m²
 - sezione del camino al punto di prelievo, in m²
 - velocità lineari in m/s (valore singolo e medio)
 - temperatura al punto di prelievo, in °C
 - umidità al punto di prelievo, in % v/v
 - portata in m³/ora (teorica se nota e misurata)
- d) data (ora, giorno, mese, anno)
- e) condizioni di marcia dell'impianto (carico, ecc.) durante il campionamento
- f) metodica di analisi (riferimento o descrizione)
- g) risultato analitico:
- sostanze determinate
 - unità di misura
 - valori singoli e valore elaborato

9.1.3 Valutazione dei risultati: caratterizzazione delle emissioni

Il livello di emissione viene espresso come valore medio delle N misure effettuate con impianto a regime più o meno la deviazione standard dei dati. Più precisamente:

$$\text{Livello di emissione} = E = E \text{ medio} \pm s$$

9.1.4 Valutazione della significatività della variazione di emissione

Per valutare se i livelli di emissione variano significativamente è possibile applicare il test statistico utilizzato dall'EPA (Code of Federal Regulation, part. 60, App. C, Tit. 40, Protection of the Environment, pp 580-581).

A questo scopo eseguire due serie di misure; ogni serie consta di N misure.

Calcolare la varianza:

$$s^2 = \sum_i (E_i - E_m)^2 / N - 1$$

9.1.5 Calcolare la deviazione standard «pooled»

$$s_p = \text{SQR}[(2s_a^2 - 2s_b^2) / N_a + N_b - 2]$$

Dove:

E_i = valore della singola misura

E_m = valore medio della misura

s_p = deviazione standard «pooled»

s_a = deviazione standard della serie di misure «A»

s_b = deviazione standard della serie di misure «B»

N_a = numero di rilievi nella serie di misure «A»

N_b = numero di rilievi nella serie di misure «B»

9.1.6 Calcolare il test T dell'EPA

$$T = E_{mb} - E_{ma} / [s_p \text{ SQR}(1/N_a) + (1/N_b)]$$

Dove:

E_{mb} = valore medio della serie di misure «B»

E_{ma} = valore medio della serie di misure «A»

N_a = numero di misure della serie «A»

N_b = Numero di misure della serie «B»

Confrontare T trovato con T', tenendo conto dei gradi di libertà

Se $T \leq T'$ la differenza fra le due serie di livelli di emissione col 95% di confidenza, non è significativa

Se $T > T'$ la differenza fra le due serie di livelli di emissione, col 95% di livello di confidenza è significativa.

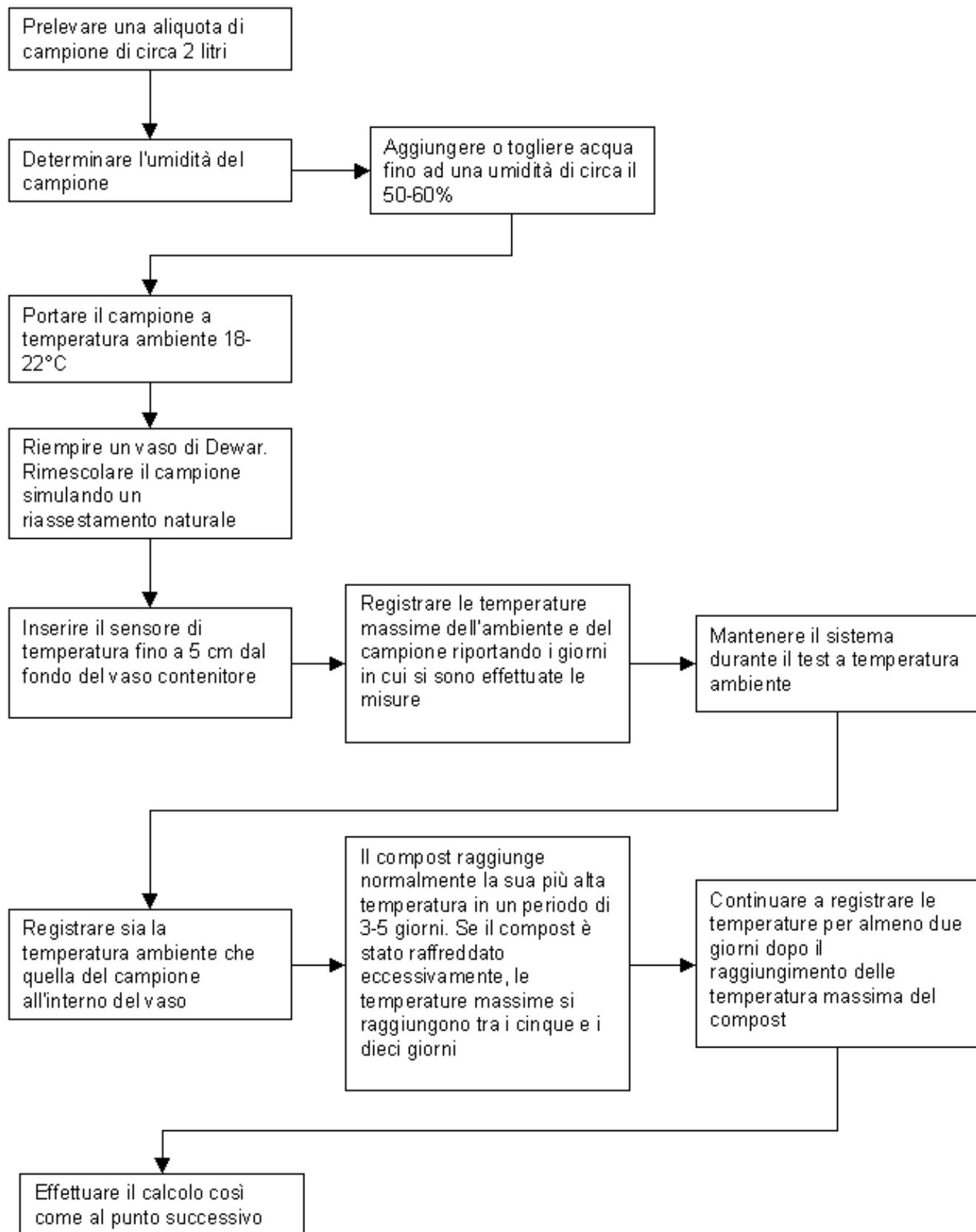
ALLEGATO A

SELF-HEATING TEST

Il self-heating Test viene proposto quale metodo empirico per una prima valutazione in impianto della stabilità biologica della biomassa, non assumendo significato esaustivo nella valutazione della stabilità che dovrà essere sempre riferita all'IRD.

Sequenza operativa per l'esecuzione del self-heating test.

Da: «U.S. Compost Council» Test Methods for the examination of Composting and Compost



Calcolo

Aumento netto della temperatura:

$$R = H - A$$

dove:

R = aumento netto della temperatura, Δ °C

H = la maggiore temperatura registrata nel corso del test, °C

A = temperatura ambiente

Interpretazione

L'interpretazione dei risultati si basa suddividendo in cinque livelli di 10°C ciascuno i Δ di temperatura registrati.

Δ °C	Classe di stabilità	Gruppo
< 10°C	V	Molto stabile
10-20°C	IV	Moderatamente stabile. Fase finale di maturazione
20-30°C	III	Compost in corso di degradazione
30-40°C	II	Compost immaturo
> 40°C	I	Materiale fresco

ALLEGATO B

TEST DI FITOTOSSICITÀ
Effetto di matrici complesse
sulla crescita delle piante superiori

METODICA**1. Scopo**

Il metodo descritto ha lo scopo di saggiare gli effetti di matrici complesse (fanghi, compost, ammendanti, reflui), liquidi o solide, sui vegetali.

2. Principio

La crescita della pianta è correlata positivamente alla presenza di elementi nutritivi e negativamente alla presenza di elementi in eccesso e/o di sostanze tossiche.

Il metodo viene realizzato allevando una specie vegetale indicatrice su un substrato cui è stata aggiunta, a concentrazione diverse, la matrice da saggiare. La crescita delle piante (biomassa fresca e secca prodotta) viene confrontata con quella ottenuta da medesime piante allevate sul solo substrato (controllo).

3. Strutture, apparecchiature ed attrezzature

Sono necessarie per la conduzione del saggio:

- camera di crescita controllata (o serra o fitotrone); bilancia analitica e bilancia tecnica, stufa;
- vasi in materiale plastico cilindrici di circa 300 ml sprovvisti di fori di drenaggio;
- una serie di beaker in materiale plastico (da 1000 ml e 5000 ml);
- una serie di sessole (da 50 cc a 500 cc);
- 1 bacinella in materiale plastico (es.: 40 cm x 30 cm x 8 cm);
- 1 contenitore in materiale plastico da 30 l;
- un setaccio con maglie di 10 mm di diametro.

4. Unità di misura e definizioni

I dosaggi delle sostanze da saggiare sono espressi, per i solidi, in grammi di sostanza secca o fresca (ovvero di prodotto tal quale) per chilo di substrato (g/kg), per i liquidi in millilitri di prodotto tal quale per chilo di substrato (ml/kg). Per facilitare la trasferibilità dei risultati del test alla realtà di pieno campo le medesime concentrazioni possono essere convenientemente espresse in quintali all'ettaro (q/ha) o litri all'ettaro (l/ha). Per convertire i dosaggi da un'unità ad un'altra cfr. **Allegato 1**.

Per **crescita** si intende la produzione di biomassa, ovvero il peso (fresco e secco) della parte epigea delle piante allevate in un vaso. La crescita viene espressa in milligrammi per vaso (mg/vaso).

L'**indice di crescita** si determina dividendo la crescita relativa a ciascun dosaggio con la crescita del testimone. L'indice di crescita è un numero adimensionale.

5. Materiali e reagenti**5.1 Substrato di crescita**

Il metodo prevede l'impiego di un substrato suolo-simile costituito dalle seguenti componenti (per le caratteristiche del substrato e delle singole componenti cfr. **Allegato 2**):

Componente	% in peso
Sabbia	87.5
Argilla	9
Terreno	2
Torba	1.5

Preparazione (di 10 kg di substrato ovvero 40 vasi). In un recipiente della capacità di circa 30 l versare 400 ml di acqua deionizzata e 150 g di torba. Versare sulla sospensione 8750 g di sabbia; attendere circa 10 minuti in modo tale che torba e sabbia si siano imbibite e, successivamente, mescolare con cura; aggiungere 900 g di argilla e 200 g di suolo agrario; mescolare nuovamente fino ad ottenere una miscela omogenea. Per ciascun vaso della prova occorrono 250 g di substrato. Per ciascuna dose (4 vasi) occorre 1 kg di substrato

5.2 Soluzione fertilizzante NPK

Preparazione (1) In un matraccio tarato da 1000 cc trasferire 0.115 g di $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; solubilizzare con circa 700 ml di acqua deionizzata; aggiungere successivamente 0.655 g di $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, e 0.308 g di K_2SO_4 e ridisciogliere; portare a volume. La soluzione fertilizzante preparata è sufficiente per fertilizzare 25 kg di substrato (ovvero per 100 vasi contenenti 250 g di substrato).

Dosaggi soluzione fertilizzante. Sono sufficienti 10 ml per ciascun vaso contenente 250 g di substrato (40 ml/kg substrato).

5.3 Specie vegetale utilizzata

Lactuca sativa L. cv Augusta. Possono essere usate cultivar diverse da quella indicata. Consigliati i semi confettati.

5.4 Germinatoio

Disporre nella bacinella uno strato di sabbia di circa un centimetro (circa 1500 g di sabbia). Imbibire con acqua deionizzata e distribuire i semi (distanza tra semi circa 0.5 cm x 1 cm); coprire i semi con poca sabbia fino a completa copertura degli stessi e coprire la bacinella con film plastico per evitare perdite per evaporazione. Riporre la bacinella al buio per 48 h: all'emissione dei cotiledoni porre la bacinella alla luce. Attendere la formazione della prima foglia vera prima del trapianto.

6. Allestimento del test: descrizione della procedura**6.2 Preparazione campione**

I campioni devono essere utilizzati tal quali e non essiccati. I campioni solidi con pezzatura grossolana, devono essere setacciati con un vaglio da 10 mm: il test deve essere attuato con il materiale che passa dalle maglie del vaglio.

6.1 Analisi preliminari

Nel caso di sottoprodotti solidi deve essere determinato il contenuto in sostanza secca del sottoprodotto.

6.2 Dosaggi e repliche

Devono essere previste come minimo sei dosi (compreso il testimone) e deve essere scelta una serie geometrica di concentrazioni del prodotto da saggiare nel substrato (**Allegato 1**). Per ciascuna dose sono previste quattro repliche (quattro vasi per dosaggio).

L'intervallo dei dosaggi viene scelto, per i prodotti solidi, in funzione della tipologia della matrice da saggiare:

- per i fanghi le dosi devono essere comprese almeno tra 0 e 3,33 g di s.s./kg di substrato (ovvero tra 0 e 15t di s.s./ha);
- per i compost e le matrici assimilabili agli ammendanti almeno tra 0 e 15 g di s.s./kg di substrato.

Per i reflui liquidi e nel caso non si disponesse di dati analitici relativi al contenuto in soluti, si deve prima procedere con

(1) Possono essere utilizzati, in alternativa, i preparati commerciali per laboratorio pronti per l'uso: ad esempio, la miscela Hoagland's No 2 (Sigma), con macro e micro nutrienti (descritta da Hoagland and Arnon, 1950). Dosaggio soluzione Hoagland's N. 2: 40 ml/kg di substrato.

un saggio preliminare per la scelta dei dosaggi, utilizzando possibilmente poche dosi e molto distanziate (*range finding test*); il risultato del saggio preliminare orienterà la scelta delle dosi definitive.

6.3 Allestimento del test

6.3.1 *Preparazione vasi per materiali solidi.* Ad esclusione del testimone, per ciascun dosaggio si opera nel modo seguente:

- pesare 1000 g di substrato standard preparato come indicato in 5.1;
- pesare la quantità di materiale da saggiare (dose per un chilogrammo di substrato);
- mescolare il materiale nella quantità prevista dal dosaggio con il chilogrammo di substrato (può essere utilizzato un mixer);
- ripartire, mediante pesata, la miscela ottenuta, in quattro vasi;
- i quattro vasi del controllo (dose 0) vengono preparati ponendo 250 g di solo substrato standard in ciascuno di essi.

6.3.2 *Preparazione vasi per reflui liquidi.* Per ciascun dosaggio si opera nel modo seguente:

- porre 250 g di substrato in ciascun vaso;
- distribuire il refluo in ciascun vaso nella quantità prevista (ml/vaso) sotto forma di soluzione diluita;
- i quattro vasi del controllo (dose 0) vengono preparati ponendo 250 g di solo substrato standard in ciascuno di essi.

6.3.3 *Fertilizzazione e irrigazione.* Tutti i vasi vengono fertilizzati con la soluzione nutritiva preparata come indicato in 5.2 (10 ml/vaso). Successivamente, per facilitare la diffusione dei soluti, viene aggiunta dell'acqua deionizzata (circa 40 ml/vaso).

6.3.4 *Trapianto e inizio test.* Si procede con il trapianto delle piantule di lattuga (tre per ciascun vaso) prelevate dal germinatoio (par. 5.4.). I vasi possono essere riposti nella camera di crescita.

6.4 Condizioni del biosaggio

Temperatura e luce devono essere scelte e mantenute costanti per tutto il periodo di prova al fine di ottimizzare le condizioni di crescita delle piante (ad es.: 16 ore di luce, 8 di buio; 25°C giorno, 16°C notte). Le perdite di acqua per evapotraspirazione devono essere compensate, giornalmente, mediante l'aggiunta di acqua deionizzata: mantenere, possibilmente il substrato all'80% della capacità di ritenzione idrica.

6.5 Conclusione del test

Dopo 14-21 gg dal trapianto si effettua, separatamente per ciascun vaso, la raccolta, mediante taglio al colletto, della parte aerea delle piante; si determina il peso fresco e, dopo essiccazione a 105 °C, il peso secco (peso/vaso).

6.6 Trattamento dei risultati

I dati relativi al peso fresco e secco di ciascun vaso vengono elaborati per determinare, per ciascuna dose, il peso medio per vaso (fresco e secco in mg/vaso) e la deviazione standard. Successivamente sui dati si esegue l'ANOVA e sulle medie un test di confronto statistico (esempio in Allegato 3). I risultati così elaborati devono essere:

- riportati in forma tabulare affiancando ai dati medi di produzione di ciascuna dose lettere indicanti le differenze significative
- rappresentati graficamente in un diagramma di andamento dose-effetto dove in ascissa si riportano le dosi (esprese in g/kg o q/ha) e in ordinata le produzioni (esprese come indice di crescita).

7. Espressione ed interpretazione dei risultati: giudizio di idoneità

Premessa I risultati della prova di vegetazione vengono espressi mediante un giudizio di compatibilità con la crescita vegetale ovvero di idoneità all'utilizzo agricolo. Il giudizio di idoneità si fonda principalmente sull'interpretazione dei risultati del confronto statistico relativo al peso secco medio. Ciò nondimeno, la visualizzazione dell'andamento delle curve dose-risposta, dei dati medi relativi al peso fresco e del confronto statistico relativo possono facilitare l'interpretazione dei risultati e la redazione del giudizio di idoneità.

I risultati dell'analisi statistica dei dati relativi al peso secco, sono fondamentalmente riconducibili alla casistica riportata nella tabella seguente (Tabella 1). Relativamente alle sei

categorie menzionate (N1, N2, P1, P2, P3, P4), nella medesima tabella viene espresso il giudizio di idoneità relativo.

In Allegato 4 vengono riportati, a titolo esemplificativo alcuni esempi relativi alle sei categorie riportate.

8. Bibliografia

Hoagland D.R., Arnon D.I. (1950) Circular 347, California Agr. Exp. Stat., Berkeley.

Marino Gallina P., Genevini P. L., Vecchio I., Santagostino G. (1993) *Valutazione delle proprietà ecotossicologiche dei fanghi di depurazione: utilità e limiti nell'uso dei test di fitotossicità.* Su Acque reflue e fanghi. 43-59 B. Ed. centro Scientifico Internazionale, Milano.

Le produzioni medie secche ottenute su substrato trattato con il prodotto in esame possono essere, rispetto a quelle del testimone (dose Ø):		Giudizio di idoneità
N1	tutte significativamente inferiori	Il prodotto induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Non si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
N2	in parte uguali e in parte significativamente inferiori.	Il prodotto induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Non si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P1	in parte (più della metà dei dosaggi) significativamente superiori e solo relativamente ai dosaggi più elevati uguali o inferiori	Il prodotto induce significativi incrementi di produzione sino alla dose corrispondente alla massima produzione rilevata; alle dosi successive si rileva una crescita non proporzionale alle quantità di prodotto presenti nel substrato, attribuibile, verosimilmente, ad un eccesso di sostanze contenute nella matrice. Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante sino alla dose corrispondente alla massima produzione rilevata. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P2	tutte significativamente uguali a quelle del testimone.	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P3	tutte significativamente superiori a quelle del testimone.	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.
P4	in parte uguali e in parte significativamente superiori a quelle del testimone	Il prodotto non induce effetti avversi sulla crescita delle piante. Il prodotto si ritiene idoneo all'utilizzo agricolo.

ALLEGATO 1

UNITÀ DI MISURA E DOSAGGI

UNITÀ DI MISURA

Per convertire un dosaggio espresso in un'unità di misura (prima colonna) in un'altra (seconda colonna) moltiplicare per il coefficiente moltiplicatore riportato nella terza colonna:

Da	a	Coefficiente *
g/kg	q/ha	45.3
g/kg	t/ha	4.53
ml/kg	l/ha	4530
ml/kg	m ³ /ha	4.53
q/ha	g/kg	0,022075
t/ha	g/kg	0,220751
l/ha	ml/kg	0,0002208
m ³ /ha	ml/kg	0,220751

* I coefficienti riportati si riferiscono ad un ettaro costituito dal substrato standard (densità apparente: 1.51 g/cm³) per una profondità di 30 cm.

Esempio. 10 g di prodotto secco per chilo di substrato (10 g s.s./kg) corrisponde a 45,3 t/ha di s.s..

DOSAGGI: esempi

a) Fango con contenuto in sostanza secca s.s.=20%. Fattore moltiplicativo utilizzato 1,5.

Dose	g/kg di s.s.	g/kg di s.f.	t/ha di s.s.	t/ha di s.f.
0	0	0	0	0
A	0,7	3,3	3,0	14,9
B	1,0	4,9	4,5	22,3
C	1,5	7,4	6,7	33,5
D	2,2	11,1	10,1	50,3
E	3,3	16,7	15,1	75,4

b) Compost con contenuto in sostanza secca pari al 60%. Fattore moltiplicativo utilizzato 1,5.

Dose	g/kg di s.s.	g/kg di s.f.	t/ha di s.s.	t/ha di s.f.
0	0	0	0	0
A	3,0	13	14,8	67
B	4,4	20	22,2	101
C	6,7	30	33,3	151
D	10,0	45	50,0	227
E	15,0	68	75,0	340

c) Refluo liquido. Fattore moltiplicativo utilizzato per range finding test = 10.

Dose	ml/kg	l/ha	m ³ /ha
0	0	0	0
A	0,015	70	0,07
B	0,154	700	0,7
C	1,545	7000	7
D	15,45	70000	70
E	154,5	700000	700

ALLEGATO 2

SUBSTRATO DI CRESCITA

(da Marino et al., 1993)

Caratteristiche componenti substrato:

Sabbia	quarzifera lavata e vagliata, di granulometria 0.5-0.8 mm a reazione neutra.
Argilla	Bentonite calcica naturale, a reazione neutra setacciata a 1 mm; capacità di scambio cationica: 65 meq/100g; composizione percentuale del complesso di scambio: sodio 1%, potassio 0.5%, magnesio 20%, calcio 78%.
Torba	bionda di sfagno
Terreno	agrario franco a reazione neutra; setacciato a 2 mm e conservato umido a circa il 60% della capacità idrica massima a 4 °C, contenuto in sostanza organica 1.8-2.2%, C.S.C. 12-22 meq/100 g.

Caratteristiche chimiche del substrato:

pH	6 ± 0.5
C.S.C. (meq/100g)	8 ± 1.0
Cationi su CSC (%):	
- Calcio	58.0 ± 5
- Idrogeno	25.0 ± 2
- Magnesio	14.0 ± 1
- Sodio	1.6 ± 0.5
- Potassio	0.9 ± 0.1
Conducibilità (ms/cm, 25°C)	57.0 ± 5
Densità apparente (g/cm ³)	1.51

ALLEGATO 3

RISULTATI E LORO TRATTAMENTO**Esempio**

Vengono riportati, a titolo esemplificativo, i dati ponderali ottenuti nell'esecuzione di una prova di vegetazione con un prodotto e il loro successivo trattamento.

a) Prodotto XYZ (contenuto in s.s. = 18%): dosaggi utilizzati e corrispondenze.

Tesi	t/ha s.s.	t/ha s.f.	g/kg s.f.
0	0	0	0
1	1,4	8	1,72
2	2,8	16	3,45
3	5,6	31	6,90
4	11,3	63	13,80
5	22,5	125	27,59

b) Produzioni medie fresche (p.f.) e secche (p.s.) ottenute con i quattro vasi (repliche) di ciascuna dose, risultato del confronto statistico e deviazione standard relative al prodotto XYZ.

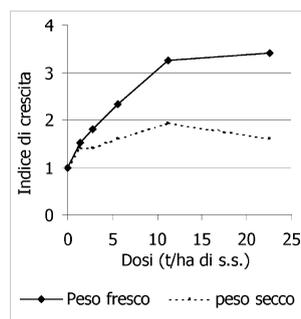
	p.f. mg/vaso	*	st. dev	p.s. mg/vaso	*	st.dev
0	2343	a	76,3	303	a	28,26
1	3530	b	140,2	429	b	25,64
2	4220	c	181,2	426	b	33,82
3	5474	d	552,4	488	b	32,44
4	7633	e	513,3	584	c	76,29
5	7974	e	713,5	489	b	63,47

* Medie seguite da lettere diverse differiscono tra loro in modo statisticamente significativo (Test di Duncan per $\alpha = 0.05$).

c) Indici di crescita ottenuti confrontando la crescita (peso medio fresco e secco) dei trattamenti con quella ottenuta dal testimone (peso medio_{0,1,2,3,n}/peso medio₀).

Dosaggio	IC fresco	IC secco
0	1	1
1	1,51	1,41
2	1,80	1,41
3	2,34	1,61
4	3,26	1,93
5	3,40	1,61

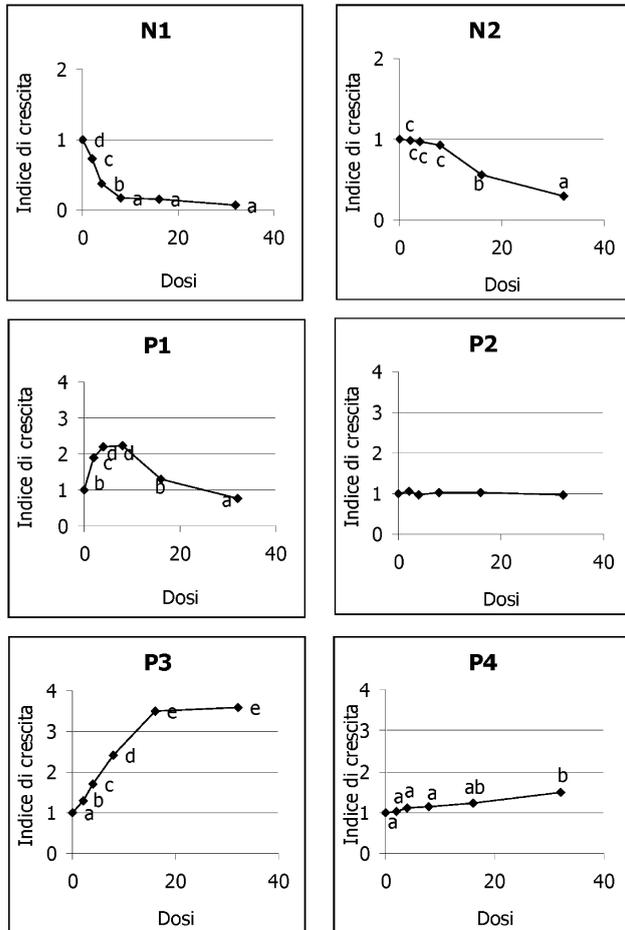
d) Rappresentazione grafica dell'andamento dose-effetto espresso in termini relativi (Indice di crescita).



ALLEGATO 4

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Vengono riportati, a titolo esemplificativo, alcune rappresentazioni grafiche dell'andamento dose-effetto relative alle sei categorie.



ALLEGATO C

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RESPIRAZIONE: METODO DINAMICO (IRD)

1. Considerazioni preliminari

La presente nota riferisce della metodica analitica individuata per la definizione di un indice per la misura della stabilità delle frazioni organiche contenute nei RU, FORSU, CDR ed assimilabili, relativi prodotti stabilizzati e compost. Tale indice, che prende il nome di Indice di Respirazione (IRD), viene determinato valutando il consumo di ossigeno richiesto per la biodegradazione delle frazioni fermentescibili contenute nella massa, per unità di tempo.

A seconda delle condizioni operative adottate per l'esecuzione del test respirometrico, si definiscono un Indice di Respirazione Reale (IRDR), quando il test viene eseguito su di un campione tal quale così come si presenta al laboratorio, ed un Indice di Respirazione Potenziale (IRDP), determinato su un campione standardizzato per quanto attiene i principali parametri di processo (ciò consente di operare in condizioni controllate a vantaggio della confrontabilità dei risultati derivanti da diversi campioni testati).

Il dato respirometrico potrà esprimersi sull'unità di peso dei Solidi Totali (ST), dei Solidi Volatili (SV), e dei Solidi Potenzialmente Fermentescibili (SPF). Quest'ultima notazione, permette di discriminare tra i solidi volatili «non fermentescibili» (plastiche, gomme) e «fermentescibili», offrendo così un approccio più corretto nella espressione della stabilità per le matrici prima indicate.

2. Campionamento

Il campione rappresentativo da sottoporsi alla determinazione dell'Indice di Respirazione viene ottenuto seguendo la

metodica UNI relativa al campionamento di RDF (UNI, 1992). L'obiettivo è l'ottenimento di un campione rappresentativo da sottoporre al test respirometrico di circa 20-50 litri di materiale tal quale.

3. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico Reale (IRDR)

Su di un campione ottenuto come prima indicato (cfr. 2), si procede alla determinazione dell'Indice di Respirazione reale.

4. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico Potenziale (IRDP)

4.1 Preparazione del campione

Il campione ottenuto con le modalità sopra esposte, viene essiccato sino a peso costante in stufa ventilata a 25-30 °C. Si procede quindi alla macinazione del materiale essiccato, se necessario, sino al raggiungimento di una pezzatura omogenea (tutto il campione deve passare attraverso un vaglio a maglie di 5 cm).

Su una aliquota di campione (4-5 litri) si procede alla determinazione della capacità di ritenzione idrica massima, il resto viene conservato a 4°C.

4.2 Standardizzazione degli altri parametri di processo

Qualora si volesse determinare l'IRDP, inteso come la misura dell'attività microbiologica in condizioni standardizzate, si procede alla correzione dei seguenti parametri nei limiti di seguito riportati:

- umidità = 75% capacità idrica massima;
- pH = 6.5 - 8.5;
- densità apparente $\leq 0.65 \text{ t mc}^{-1}$.

4.3 Standardizzazione dell'umidità del campione

Il campione di rifiuto opportunamente preparato ed esattamente pesato (circa 4-5 litri) viene posto in un contenitore (es. un sacchetto in tela) ed immerso in acqua. Dopo circa 12 ore, il campione viene estratto, lasciato sgocciolare per circa 6 ore e pesato. Si ottiene così la stima della capacità idrica massima. La variazione in peso ottenuta, rappresenta la quantità di acqua assorbita dal peso noto di sostanza secca.

Il campione da sottoporsi a prova respirometrica (20 - 50 litri) deve presentare un contenuto di acqua pari al 75% della ritenzione idrica massima.

4.4 Standardizzazione del pH del campione

Il pH del materiale da sottoporsi ad analisi, viene corretto durante il riassetto della massa essiccata utilizzando soluzioni acquose acide (ac. solforico) o basiche (bicarbonato di calcio) diluite.

4.5 Standardizzazione della densità apparente

Vengono utilizzati «bulking agent» biologicamente inerti.

5. Determinazione dell'Indice di Respirazione Dinamico (IRD)

5.1 Apparecchiature e reagenti

Il test di respirazione viene effettuato in un «respirometro aerobico a flusso continuo» del tipo illustrato in Fig. 1.

Il respirometro consta di:

- corpo reattore adiabatico la cui capacità, espressa in litri, sarà pari alla dimensione media del campione da analizzare, espressa in millimetri;
- sistema di aerazione munito di regolatore di flusso, misuratore di portata e di un sistema di umidificazione dell'aria;
- sistema di rilevamento in/out delle concentrazioni di ossigeno;
- sonda termometrica per la misura della temperatura esterna ed interna alla biomassa in fermentazione;
- sistema di registrazione in continuo di: concentrazioni di ossigeno, temperature e portate d'aria.

5.2 Procedimento

L'Indice di Respirazione Dinamico (IRD) viene determinato quantificando il consumo orario di ossigeno del materiale da testare mediante l'utilizzo di un respirometro a flusso continuo di aria come prima indicato.

Il campione preparato, viene posto nel respirometro e sottoposto ad aerazione continua adottando flussi d'aria tali da garantire valori di concentrazione di ossigeno nell'aria in u-

scita dal respirometro superiori al 14% (v/v). La prova viene condotta tenendo il campione in osservazione nel fermentatore per un periodo non inferiore ai 4 giorni, rilevando in automatico il valore dell'indice ad intervalli di 2 ore (*IRD iesimo* = *IRD*).

La misura della quantità di ossigeno consumato per l'attività biologica aerobica, viene desunta dalla differenza di concentrazione di ossigeno tra l'aria in ingresso ed in uscita dal respirometro, e calcolata con la seguente espressione:

$$IRD_i \text{ (mg O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ SV h}^{-1}\text{)} = \frac{Q \times h \times \Delta O_2 \times Vg^{-1} \times 31.98 \times 10 \times SV^{-1} \times h^{-1}}$$

dove:

IRD_i: indice respirometrico del campione iesimo

Q = Portata aria (L h⁻¹);

ΔO_2 = Differenza di concentrazione dell'ossigeno in ingresso ed in uscita dal respirometro (% v/v)

Vg = Volume occupato da una mole di gas. Assumendo il valore standard per $T_1 = 273.15 \text{ }^\circ\text{K}$ e $P_1 = 1 \text{ atm}$ pari a $Vg_1 = 22.4 \text{ L mole}^{-1}$, il valore corretto di *Vg* (*Vg₂*) alla temperatura T_2 viene calcolato con la seguente espressione: $Vg_2 = (Vg_1 \times T_2 / T_1)$ dove T rappresenta la temperatura in gradi Kelvin.

31,98 = Peso molecolare dell'ossigeno (gr mole⁻¹);

10 = Coefficiente moltiplicativo;

SV = Solidi volatili (kg). Il dato dell'attività biologica aerobica può essere espresso anche sui solidi totali (*ST*) o sui solidi potenzialmente fermentescibili (*SPF*).

h = Durata della misura in (2) ore.

6. Espressione dei risultati

Il valore dell'Indice Respirometrico Dinamico ricercato si calcola come media aritmetica dei 12 valori degli *IRD*, relativi alle 24 ore di maggiore attività respirometrica

$$IRD = \sum DRI / 12$$

kg *ST* (solidi totali);

kg *SV* (solidi volatili);

kg *SPF* (solidi potenzialmente fermentescibili).

7. Determinazione del contenuto in Solidi Potenzialmente Fermentescibili (SPF)

Da quattro a sei grammi c.a. pesati di campione essiccato e macinato a 2 mm, vengono posti in ditali di cellulosa (33 x 94 mm) preventivamente essiccati e pesati. Si procede ad una estrazione a mezzo di apparecchiatura Soxhlet con etanolo (96%) a 90°C per 12 ore. Da tre a quattro grammi di campione circa esattamente pesato, vengono poi posti in beute da 250 mL addizionando 150 mL di HCl 37 % ($d = 1.19$). L'idrolisi acida prosegue per 24 ore a 25°C sotto agitazione continua (100 scosse al minuto). Si filtra su filtro di vetro (grado di porosità: 1; 100-160 mm), lavando sino a pH dell'eluato neutro. Sulla frazione residua insolubile vengono determinate le ceneri residue (a 650°C per 12 ore).

La stima dei *SPF* viene effettuata con la seguente equazione:

$$SPF \text{ (\% ST)} = \frac{Et.sol + HCl sol}{(Ceneri totali - Ceneri residue)}$$

dove:

SPF = frazione potenzialmente fermentescibile (% *ST*);

Et. sol. = frazione solubile in etanolo (% *ST*);

HCl sol. = frazione solubile in acido (% *ST*).

Per le procedure analitiche relative alla determinazione delle Sostanze Volatili e delle Ceneri si rimanda ai «METODI DI ANALISI DEI COMPOST», rispettivamente al cap. C4. e F6, vedi letteratura citata.

8. Bibliografia

ASTM (1986). Standard test method for determining the stability of compost by measuring oxygen consumption. American Society for testing and material, D 5975-96.

DI.VA.P.R.A. e I.P.L.A. (1992). METODI DI ANALISI DEI COMPOST - Determinazioni chimiche, fisiche, biologiche, microbiologiche e analisi merceologica dei rifiuti. Edito da: Regione Piemonte - Assessorato all'Ambiente.

UNI (1992). Combustibili solidi minerali ricavati da rifiuti urbani (RDF) - Indicazione di base per il campionamento sistematico dei combustibili. UNI - ottobre 1992, n. 9903, parte 3a.

ALLEGATO D

ANALISI DELLE IMMISSIONI MEDIANTE MICROESTRAZIONE IN FASE SOLIDA E GAS CROMATOGRAFIA/SPETTROMETRIA DI MASSA

1. Considerazioni generali

Scopo delle indagini qui descritte è di fornire uno strumento diagnostico utile per identificare, attraverso la caratterizzazione chimica delle emissioni, i contributi significativi, alle immissioni, delle diverse fonti potenziali di emissioni all'interno dei singoli impianti di compostaggio.

Mediante l'utilizzo di tecniche analitiche che permettano analisi in tracce (ppb) di composti organici volatili in aria è possibile, dopo avere effettuato una caratterizzazione chimica delle sostanze presenti alle emissioni, effettuare analisi alle immissioni e risalire quindi ai punti critici dell'impianto, responsabili delle emissioni dei composti traccianti rilevati alle immissioni, per confronto, con l'eventuale supporto della statistica multivariata.

2. Campionamento

2.1. Modalità di campionamento

La strategia consigliata ricalca quanto descritto nella normativa CEN TC264/WG2 sia nelle modalità che nei materiali.

Il volume di campionamento sarà di circa 6-8 litri. La pompa di campionamento sarà a depressione, almeno nel caso si utilizzino sacchetti di Nalophan.

3. Analisi strumentale

Ai campioni raccolti viene aggiunto uno standard interno marcato con isotopi stabili cui fare riferimento per le analisi quantitative. Ad esempio si prepara una soluzione in metanolo di p-xilene perdeuterato alla concentrazione di 1 mg/ml. Di questa una quantità idonea (alcuni μl) viene aggiunta ai campioni al fine di raggiungere una concentrazione di 10-50 ppbv a seconda della concentrazione stimata dei composti organici volatili totali nel campione. La quantità di standard interno aggiunta deve essere nello stesso ordine di grandezza dei composti presenti in maggiore concentrazione per minimizzare gli effetti di adsorbimento competitivo sulla fibra SPME (1) che diminuiscono l'accuratezza del metodo.

3.1. Microestrazione in fase solida (SPME)

Per le analisi in oggetto si utilizza una fibra trifasica (con una fase mista di Carboxen/PDMS/DVB) che permette di adsorbire sostanze con vasto range di polarità, da acidi ad ammine, alcoli, terpeni, idrocarburi ed altro e di ottenere elevate sensibilità (inferiori al ppb) per campioni di aeriforme (1, 2). La fibra viene esposta all'atmosfera all'interno del sacchetto come da fig. 1. Il tempo di campionamento è fissato in 30 minuti, periodo che permette di campionare in una zona di equilibrio per le sostanze trovate (3).

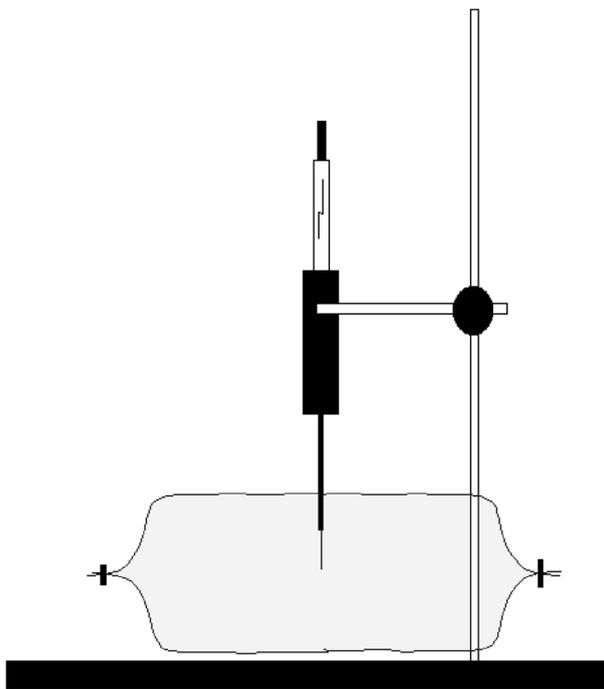


Fig. 1. Sacchetto in Nalophan e campionamento statico con fibra SPME

3.2. Gas Cromatografia – Spettrometria di Massa (GC/MS)

Il campione, dopo concentrazione su una fibra SPME, viene desorbito in modalità splitless nell'iniettore del gascromatografo a 250 °C per 3 min. Gli spettri vengono acquisiti nel range 33-250 amu. La separazione cromatografica viene effettuata con una colonna polare e con caratteristiche di spessore di fase e di lunghezza tali da separare i composti più volatili.

4. Analisi quantitativa e qualitativa

La metodologia descritta permette di ottenere informazioni qualitative e quantitative con concentrazioni normalmente inferiori al ppb (4) anche per sostanze polari e molto volatili. La aggiunta dello standard interno rende il metodo preciso, poiché la analisi quantitativa verrà eseguita per confronto diretto delle aree degli analiti con l'area dello standard interno (5). La analisi peraltro si deve considerare semiquantitativa poiché si fa riferimento ad uno standard interno solo e perché assume una cinetica di adsorbimento sulla fibra uguale per tutte le sostanze identificate.

Qualora si sia in presenza di analiti la cui misura venga ritenuta critica, è possibile effettuare delle rette di taratura con standard a concentrazione nota ed avere quindi dei valori quantitativi accurati (5).

Il riconoscimento delle sostanze viene fatto mediante l'utilizzo di biblioteche di spettri e di standard autentici, per i composti più importanti.

5. Interpretazione dei risultati

La presente metodologia permette di caratterizzare le sostanze organiche volatili emesse e di averne una stima semiquantitativa. L'analisi delle immissioni permette, ricercando la presenza in tracce di traccianti caratteristici delle varie sorgenti emissive caratterizzate, di individuare oggettivamente i contributi delle diverse fonti (6).

Qualora non si sia in presenza di traccianti caratteristici ben distinti, è necessario utilizzare tecniche di statistica multivariata per evidenziare la similarità delle immissioni con le diverse emissioni. La analisi dei cluster o analisi delle componenti principali, per esempio, sono strumenti che si sono dimostrati informativi in queste analisi (5).

Referenze bibliografiche

1. J.A. Koziel, M. Jia and J. Pawliszin. Air Sampling with Porous Solid-Phase Microextraction Fibers. *Anal. Chem.* 72, 21, 5178-5186. 2000.
2. J.A. Koziel, L. Pawliszyn. Air sampling and Analysis of Volatile Organic Compounds with Solid Phase Microextraction. *J. of the Air & Waste Manag. Ass.* 51, 2, 173-184. 2001.

3. E. Davoli, L. Gangai, M. Giavini, S. Somaschini; Metodologia per la caratterizzazione degli odori prodotti da sistemi di trattamento dei rifiuti; atti 1° conv. Naz. AIDIC, 21 Febbraio 2001.
4. E. Davoli, M. Giavini, S. Somaschini, L. Gangai, D. Tonelli, L. Morselli. A mass spectrometric approach in odor impact assessment. *ASMS Conference*. Long Beach, CA. 2000.
5. E. Davoli; Campionamento e speciazione degli odori. In: *Il Laboratorio per l'ambiente: nuovi inquinanti, tecniche analitiche, qualità e sicurezza*. DIIAR. Politecnico di Milano. pp. 302-326, 18 giugno 2001
6. A. Termonia and M. Termonia. Characterisation and on-site monitoring of odorous organic compounds in the landfill site. *Intern. J. Environm. Anal. Chem.* 73, 43-57. 1999.

Coordinamento istituzionale

- Dott. Maurizio Bernardo
Assessore alle Risorse Idriche e Servizi di Pubblica Utilità
- Dott. Franco Nicoli Cristiani
Assessore alla Qualità dell'Ambiente

Coordinamento generale

- Adriano Vignali
Dirigente dell'U.O. Gestione Rifiuti
- Dott. Giuseppe Rotondaro
Dirigente dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale

Gruppo di lavoro che ha predisposto le Linee Guida approvate con d.g.r. 44263 del 16 luglio 1999

- Dott. Ing. Piero Fabris U.O.O. della Struttura Protezione Aria
- Arch. Massimiliana Marazzini dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Prof. Pierluigi Genevini dell'Università degli studi di Milano
- Dott. Luigi Filini del P.M.I.P. di Brescia
- Dott.ssa Caffi P.M.I.P. di Bergamo
- Dott. Gaetano Calì Direzione Generale Sanità
- Dott. Angelo Cantu Direzione Generale Agricoltura
- Dott.ssa Cleofe Bazzano rappresentante degli utilizzatori e costruttori
- Dott. Franco Realini rappresentante del Comitato Tecnico Rifiuti (ex art. 17 l.r. 94/80)
- Ing. Mario Ligabue rappresentante del Comitato Tecnico Rifiuti (ex art. 17 l.r. 94/80)
- Dott. Enzo Favoino rappresentante U.R.P.L.
- Dott.ssa Marina Rossini dell'A.M.S.A. di Milano

Al G.d.I. hanno inoltre collaborato:

- Dott. Massimo Centemero - Scuola Agraria del Parco di Monza
- Dott. Fabrizio Adani Università degli studi di Milano
- Dott.ssa Ada Fiore dirigente Area Ovest - dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- P.I. Adriano Vignali dirigente dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Ing. Sergio Padovani U.O.O. della Struttura Autorizzazione allo Smaltimento e Recupero dei Rifiuti
- Roberto Contotto dell'U.O. Gestione Rifiuti e Bonifica Aree Contaminate
- Dott. Enrico Guagnini - Consulente U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale
- Operatori del settore.

Gruppo di Lavoro che ha realizzato l'aggiornamento del testo per gli aspetti inerenti il processo e le relative emissioni in atmosfera (Decreto n. 26395 del 6 novembre 2001)

- Dott. Ennio Rota U.O. Dirigente Struttura Aria
- Ing. Piero Fabris U.O.O. della Struttura Protezione Aria
- Dott. Francesco Spinolo dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale
- Sig.ra Bosio Patrizia - dell'U.O. Protezione Ambientale e Sicurezza Industriale

- Dott. Sergio Resola Responsabile Struttura Aria Arpa di Brescia
- Dott.ssa Alessandra Ferrari Dirigente Servizio Aria Arpa di Milano 3
- Dott. Enzo Favoino Scuola Agraria del Parco di Monza
- Dott. Fabrizio Adani Università degli Studi di Milano
- Ing. Massimiliano il Grande Politecnico di Milano
- Dott. Maurizio Benzo Università di Pavia
- Dott. Enrico Davoli Istituto Di Ricerche Farmacologiche Mario Negri

Elaborazione finale ed aggiornamento definitivo predisposto da:

- Ing. Sergio Padovani (Struttura Autorizzazioni dell'U.O. Gestione Rifiuti)
- Dott. Francesco Spinolo (Struttura Aria)

Si ringraziano inoltre gli operatori del settore per il contributo prestato.