



## **VALUTAZIONE DI IMPATTO OLFATTIVO IN UN IMPIANTO INDUSTRIALE**

### **Gli aspetti generali**

Il problema degli odori emessi dagli impianti di industriali ha richiamato, negli ultimi anni, sempre maggior attenzione [1] [2] [3] [4]. Per di più gli impianti industriali si sono ritrovati negli anni in zone sempre più prossime alle grandi aree urbane con il risultato che questi impianti sono in molti casi responsabili dei disturbi causati da cattivi odori e trovano una sempre maggior resistenza da parte della popolazione residente sia nel caso di nuovo insediamento sia nell'esercizio dell'esistente.

Per tali motivi alcuni Enti territoriali di controllo hanno emesso prescrizioni e norme che richiedono, oltre alla misura dei consueti inquinanti dai sistemi di abbattimento dedicati al trattamento delle arie esauste forzosamente convogliate dagli attigui capannoni di lavorazione, anche quella delle concentrazioni di odori [5].

Nella relazione che segue vengono illustrati alcuni dati derivanti da oltre 130 campagne condotte su 90 diversi impianti industriali con lo scopo di individuare quali siano gli impianti a più alto impatto olfattivo, le fasi di processo che maggiormente influenzano l'emissione odorigena, i presidi più comunemente usati e la loro efficacia. Sono inoltre illustrati i criteri per la valutazione dell'impatto olfattivo dell'impianto in relazione alla vicinanza con ricettori sensibili e alle caratteristiche meteo-climatiche e orografiche del sito.

Nella valutazione d'impatto olfattivo di un impianto industriale può essere seguito uno schema di flusso che, con minime variazioni, può essere considerato comune ad impianti esistenti, in fase di modifica o in fase di progetto.

Questo studio è stato elaborato mediante l'analisi critica di una corposa serie di dati provenienti da analisi di olfattometria dinamica e si basa sulle competenze accumulate nell'ambito del Dipartimento CMIC del Politecnico di Milano. La misura di



olfattometria dinamica [6] è una tecnica sensoriale che permette, attraverso l'addestramento e l'uso di una giuria di persone selezionate (panel), di oggettivare la sensazione di odore trasponendo in termini di  $ou_E/m^3$  (unità odorimetriche per metro cubo) una sensazione soggettiva.

Tale metodo si basa sull'identificazione da parte del panel della soglia di percezione, ossia del limite di concentrazione al quale un odore tende ad essere percepito dal 50% dei soggetti che sono stati sottoposti alla prova. Per far sì che un campione di odore raggiunga questa soglia è necessario utilizzare uno strumento chiamato "Olfattometro" che è in grado di diluire il campione di aria odorosa con aria "neutra", ossia aria priva di odore, secondo precisi rapporti e con valori che potrebbero raggiungere diverse decine di migliaia di diluizioni per gli odori più intensi.

Il numero di diluizioni necessarie a far giungere l'odore alla soglia di percezione è preso come indice della concentrazione dell'odore ed espresso in unità odorimetriche per metro cubo ( $ou_E/m^3$ ). Con questa tecnica è dunque possibile misurare le concentrazioni di odore di emissioni convogliate o ambienti di lavoro e calcolare l'efficienza dei presidi ambientali preposti al contenimento delle emissioni di odore. Tutte le misure olfattometriche i cui dati sono confluiti nel presente lavoro sono state condotte in stretto accordo con la norma tecnica VDI 3881 inizialmente e con la prEN 13725 (ora EN 13725:2003) successivamente.

**Lo schema di flusso, che verrà di seguito illustrato, può essere riassunto come segue:**

- **individuazione del "rischio olfattivo" dell'impianto, cioè della potenziale rilevanza delle emissioni di odore in atmosfera associate alla tipologia industriale;**
- **individuazione delle fasi osmogenicamente critiche presenti nell'impianto;**
- **individuazione dei presidi che, sulla base della loro efficienza sperimentale, risultano adatti a contenere le emissioni di odore;**
- **individuazione dei flussi osmogeni complessivi o specifici emessi dalle diverse sorgenti dell'impianto e loro dispersione nell'ambiente circostante;**



- **individuazione dei possibili rimedi che si possano apportare per limitare l'impatto olfattivo.**

### ***1. Individuazione del rischio olfattivo dell'impianto***

In tale fase deve essere individuata la tipologia industriale a cui può essere fatto appartenere l'impianto industriale oggetto di studio.

Nella tabella 1 viene fornito un elenco delle tipologie industriali suscettibili di dar luogo a molestie. Ad ogni tipologia industriale è associato un livello di rischio olfattivo fornito dall'ordine di grandezza della concentrazione di odore ( $ou_E/m^3$ ) all'emissione misurata sperimentalmente con campagne olfattometriche effettuate sulle diverse fasi di ogni singolo impianto.

L'elenco non esaurisce l'intera casistica delle tipologie impiantistiche che possono determinare un rischio olfattivo sul territorio; tuttavia il ricadere in una di queste tipologie impiantistiche comporta certamente il fatto che il "problema odore" debba essere considerato come determinante sia nella fase di localizzazione sia in quella di esercizio.

<i>Tipologia impiantistica</i>	<i>Livello di concentrazione di odore delle emissioni gassose (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>)</i>
Impianto di trattamento reflui industriali	10 <sup>5</sup>
Impianto di trattamento reflui civili	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>
Produzione ceramica	10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>
Fonderia	10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>
Produzione mangimi per animali (farine)	10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>
Rendering	10 <sup>6</sup>
Industria di lavorazione gomma	10 <sup>4</sup>
Impianto di compostaggio	10 <sup>2</sup> ÷ 10 <sup>3</sup>
Discarica	10 <sup>2</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>
Ristorazione	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>4</sup>
Industria chimica	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>4</sup>
Impianto di trattamento fanghi	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>4</sup>
Conceria	10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>6</sup>
Impianto di depurazione acque conciarie	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>5</sup>

**Tab. 1: livello di concentrazione di odore alle emissioni per tipologia impiantistica**

## ***2. Individuazione delle fasi osmogenicamente critiche presenti nell'impianto***

Per uno studio corretto dell'impatto olfattometrico di un impianto industriale sul territorio è opportuno individuare, in base alla tipologia industriale a cui è stato fatto appartenere l'impianto industriale oggetto di studio, la fase o le fasi critiche per l'emissione di odori.

Nella tabella 2 viene fornito un elenco delle fasi osmogenicamente critiche associate alle tipologie industriali precedentemente individuate. Ad ogni fase critica è connesso un livello di rischio olfattivo fornito dall'ordine di grandezza della concentrazione di odore (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>) misurata sperimentalmente sulle diverse fasi di ogni singolo impianto.

Il ricorrere a criteri di similitudine e di analogia consente di confrontare la situazione in studio con lo "stato dell'arte" nel settore, fornendo un utile punto di riferimento ai fini dell'esercizio dell'attività, ma anche fornendo le informazioni preliminari "a priori" quando si stia studiando il potenziale impatto di un insediamento in fase di progetto.

<i>Tipologia impiantistica</i>	<i>Fasi osmogene</i>	<i>Livello di concentrazione di odore delle emissioni gassose (ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>)</i>
Impianto di trattamento reflui industriali	lavaggio autobotti ricezione grigliatura impianto biologico filtropressa cumuli di fanghi lavorazione in batch lavorazione in CSTR vasche di lavorazione	10 <sup>4</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>4</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>3</sup>
Impianto di trattamento reflui civili	cumuli di fanghi denitrificazione ossidazione sedimentazione	10 <sup>3</sup> ÷ 10 <sup>4</sup> 10 <sup>3</sup> 10 <sup>2</sup> 10 <sup>3</sup>
Produzione ceramica	forno statico forno dinamico	10 <sup>4</sup> 10 <sup>5</sup>
Fonderia	forno fusorio raffreddamento pezzi distaffatura finitura/sabbiatura aria di reparto	10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>5</sup> 10 <sup>4</sup> ÷ 10 <sup>5</sup> 10 <sup>4</sup> 10 <sup>4</sup> 10 <sup>3</sup>
Produzione mangimi per animali (farine)	mulino/macinazione estrusione essiccamento raffreddamento	10 <sup>4</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup> 10 <sup>5</sup>
Rendering	lavorazione carne aria di reparto	10 <sup>6</sup> 10 <sup>5</sup>

Industria di lavorazione gomma	vulcanizzazione	$10^4$
	aria di reparto	$10^3$
Compostaggio e trattamento meccanico-biologico	cumuli di verde	$10^3$
	cumuli di fanghi	$10^2 \div 10^5$
	cumuli di compost	$10^2 \div 10^3$
	ricezione e preselezione	$10^3 \div 10^4$
	biossidazione accelerata	$10^3 \div 10^4$
	maturazione finale	$10^3 \div 10^4$
	emissione biofiltro	$120 \div 5000$
	emissione scrubber	$10^3 \div 10^4$
	emissione scrubber + deodorizzante	$200 \div 250$
	percolato	$10^4$
Discarica di rifiuti	cumuli di rifiuti	$10^4$
	rifiuto urbano fresco	$10^3$
	rifiuto urbano parzialmente ricoperto	$10^2$
	rifiuto urbano totalmente ricoperto	$10^2$
	rifiuto industriale fresco	$10^3 \div 10^4$
	fanghi	$10^3$
	lotto stabilizzato	$10^2$
	percolato	$10^5$
	perdite di biogas da pozzi di captazione	$10^2 \div 10^5$
Ristorazione	emissioni da piastre di cottura carne	$10^3 \div 10^4$
	emissioni da forni industria dolciaria	$10^3 \div 10^2$
	emissioni abbattitore ad acqua	$10^3 \div 10^2$
	emissioni abbattitore a carboni attivi	$10^3$
	emissioni abbattitore con zeolite	$10^3$
	emiss. abbattitore ad acqua + deodorizzante	$10^3$
Industria chimica	industria farmaceutica	$10^4 \div 10^3$
	produzione tessuti non agotrattabili	$10^3$
	emissioni da biofiltro	$10^3$
Impianto di trattamento fanghi	vasca stoccaggio fanghi	$10^5 \div 10^3$
	abbattitore ad acqua + deodorizzante	$10^3$

Conceria	idrolisi	$10^6$
	essicamento	$10^5$
Impianto di depurazione acque conciarie	scarico reflui	$10^5$
	vasca di omogeneizzazione	$10^5$
	vasca di sedimentazione primaria	$10^4 - 10^5$
	vasca di ossidazione biologica	$10^3$
	vasca di denitrificazione	$10^3$
	vasca di ispessimento fanghi	$10^5$

**Tab. 2: livello di concentrazione di odore alle emissioni per fasi**

### ***3. Individuazione dei presidi adatti a contenere le emissioni di odore***

Al fine di limitare quanto più è possibile l'impatto generato da un impianto industriale sulla zona limitrofa allo stesso deve essere individuato il presidio adottato o da adottare per limitare le emissioni di odore dell'impianto oggetto di studio.

Nella tabella 3 viene fornito un elenco dei presidi monitorati nelle diverse fasi di processo di alcune tipologie impiantistiche. Ad ogni presidio adottato è associato un livello di efficienza misurata sperimentalmente. La variabilità dei valori di efficienza sul singolo presidio può dipendere dall'effluente da trattare ma anche, e in modo determinante, dal grado di manutenzione con cui il presidio è condotto.

<i>Tipologia impiantistica</i>	<i>Tipologia di presidio</i>	<i>Efficienza %</i>
Impianto di trattamento reflui industriali	carboni attivi	da -50% a 60%
	scrubber	da -50% a 50%
Impianto di trattamento reflui civili	biofiltro	58% ÷ 96,7%
	resine adsorbenti	96,8%
Produzione ceramica	combustore	80%
Fonderia	scrubber	25%
Produzione mangimi per animali (farine)	scrubber	75%
	postcombustore	93%
	biofiltro	97%

Rendering	scrubber	53%
	scrubber flottante	20%
Industria di lavorazione gomma	prodotti deodorizzanti	70%
Compostaggio o trattamento meccanico-biologico	biofiltro	87% ÷ 98,7%
	scrubber	30% ÷ 71%
	carboni attivi	93% ÷ 97,4%
	deodorizzanti	88% ÷ 94,8%
Discarica	teli di copertura	14% ÷ 75%
Ristorazione	abbattitore ad acqua	34% ÷ 93%
	carboni attivi	35% ÷ 55%
	abbattitore con zeolite	31% ÷ 87%
	abbattitore ad acqua + deodorizzante	43% ÷ 86%
Industria chimica	biofiltro	51% ÷ 86%
Impianto di trattamento fanghi	abbattitore ad acqua + deodorizzante	35% ÷ 80%
Conceria	bioscrubber	80-90%
Impianto di depurazione acque conciarie	biofiltro	70%

**Tab. 3: efficienza dei presidi in diverse tipologie impiantistiche**

#### ***4. Individuazione dei flussi osmogeni emessi dall'impianto e loro dispersione nell'ambiente circostante***

Come per qualunque inquinante atmosferico, un indice adatto a prevedere qualitativamente l'impatto olfattivo di un impianto sul territorio non è la concentrazione di odore dell'emissione (in  $ou_E/m^3$ ) ma il flusso complessivo di odore emesso (in  $ou_E/s$ ). Per tali motivi la conoscenza dei flussi complessivi di odore è necessaria al calcolo dell'impatto olfattivo mediante modelli di dispersione atmosferica. Quando si abbia a che fare con sorgenti areali prive di flusso proprio, è utile conoscere anche il flusso di odore per unità di superficie o "flusso specifico di odore" ( $ou_E/m^2s$ ).

Il modo in cui i flussi di odore complessivi o specifici vengono calcolati ed il significato che questi assumono dipende dalla morfologia della sorgente emissiva.

Per le sorgenti puntiformi (es. camini) il campione gassoso viene prelevato inserendo un tubo di prelievo in Teflon™ nelle apposite prese campione presenti nei condotti. Il



flusso complessivo di odore è il prodotto della concentrazione di odore del campione per la portata di gas emessa.

Per le sorgenti areali con flusso proprio (es. biofiltri) viene raccolto un numero rappresentativo di campioni gassosi in punti diversi della superficie. Ciascun campione viene prelevato dal camino di una cappa, detta cappa statica, che ha forma di tronco di piramide a base quadrata. La cappa viene poggiata sulla superficie emissiva e ha la funzione di isolare dalle condizioni meteorologiche circostanti il gas emesso. Il flusso complessivo di odore è il prodotto della concentrazione di odore media dei campioni prelevati per la portata di gas complessivamente emessa dalla sorgente, misurata in genere nel condotto a monte della sorgente stessa.

Per le sorgenti areali prive di flusso proprio (es. vasche a cielo aperto, cumuli) la cui emissione è dovuta a ventilazione naturale della superficie da parte dei moti atmosferici, si devono utilizzare dei sistemi che simulino l'effetto della ventilazione atmosferica [7-16], come le cappe dinamiche Labodori-Polimi DynChamber e Wind Tunnel [17].

Il flusso specifico di odore è  $F = c_{od} \cdot Q / S_C$ , dove  $c_{od}$  è la concentrazione di odore nel campione,  $Q$  è la portata artificialmente inviata sulla superficie emissiva tramite la cappa,  $S_C$  è l'area di base della cappa. Il flusso specifico di odore è  $q_{od} = F \cdot S_E$  ove  $S_E$  è l'area della superficie emissiva.

<i>Tipologia impiantistica</i>	<i>Fasi impianto</i>	<i>Tipo di campionamento</i>	<i>Flusso complessivo (ou/s) o specifico (ou/(m<sup>2</sup> s))</i>
Impianto di trattamento reflui industriali	ricezione	WT	264 ou/(m <sup>2</sup> s)
	grigliatura	WT	237 ou/(m <sup>2</sup> s)
	impianto biologico	WT	56 ou/(m <sup>2</sup> s)
	cumuli di fanghi	WT	114 ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasche di lavorazione	WT	50 ou/(m <sup>2</sup> s)
Impianto di trattamento reflui civili	cumuli di fanghi	WT	134 ou/(m <sup>2</sup> s)
	denitrificazione	WT	88 ou/(m <sup>2</sup> s)
	ossidazione	WT	8 ou/(m <sup>2</sup> s)
	refluo in ingresso	WT	15 ou/(m <sup>2</sup> s)
	sedimentazione secondaria	WT	116 ou/(m <sup>2</sup> s)

Produzione ceramica	forno statico	P	$10^4$ ou/s
	forno dinamico	P	$10^5$ ou/s
Fonderia	forno fusorio	P	$10^5$ ou/s
	raffreddamento pezzi	P	$10^5$ ou/s
	distaffatura	P	$10^6$ ou/s
	finitura/sabbiatura	P	$10^5$ ou/s
Produzione mangimi per animali (farine)	mulino /macinazione	P	$10^4$ ou/s
	estrusione	P	$10^5$ ou/s
	essiccamento	P	$10^6$ ou/s
	raffreddamento	P	$10^5 \div 10^6$ ou/s
Rendering	lavorazione carne	P	$10^6$ ou/s
	aria di reparto	P	$10^6$ ou/s
Industria lavoraz. gomma	vulcanizzazione	P	$10^5$ ou/s
	aria di reparto	P	$10^5$ ou/s
Compostaggio o trattamento meccanico- biologico	emissioni al biofiltro	CS	$10^3 \div 10^5$ ou/s
	emissioni scrubber	P	$10^4 \div 10^5$ ou/s
	em. scrubber + deodorizzante	P	$10^3 \div 10^5$ ou/s
	cumuli di verde	FC	$0,5 \div 4$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	cumuli di fanghi	FC	$0,1 \div 100$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	cumuli di terriccio	FC	$0,1 \div 70$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	cumuli di compost	FC	$0,3 \div 1$ ou/(m <sup>2</sup> s)
Discariche	cumuli di rifiuti	FC	$4$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	rif. urbano fresco	FC	$0,5 \div 2,2$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	rif. urbano parzialmente ricoperto	FC	$0,2 \div 1,3$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	rif. urbano totalmente ricoperto	FC	$0,1 \div 0,9$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	fanghi	FC	$2,5 \div 4,5$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	lotto stabilizzato	FC	$0,5$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	percolato	FC	$60$ ou/(m <sup>2</sup> s)
Ristorazione	em. piastre cottura carne	P	$10^3 \div 10^2$ ou/s
	em. forni industria dolciaria	P	102 ou/s

Industria chimica	ind. farmaceutica (valle abbattit.)	P	$10^4$ ou/s
	prod. tessuti non agotrattabili (valle abbattitori)	P	$10^4 \div 10^3$ ou/s
Impianto di trattam. fanghi	vasca stoccaggio fanghi	WT	$10^3 \div 10^2$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	emissioni abbatt. + deodorizzante	WT	$10^4$ ou/(m <sup>2</sup> s)
Concerie	idrolisi	P	$10^9$ (ou/s)
	essiccamento	P	$10^7$ (ou/s)
Impianto di depurazione acque conciarie	scarico reflui	WT	$10^4$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasca di omogeneizzazione	WT	$10^4$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasca di sedimentazione primaria	WT	$10^3$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasca di ossidazione biologica	WT	$10^2$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasca di denitrificazione	WT	$10^2$ ou/(m <sup>2</sup> s)
	vasca di ispessimento fanghi	WT	$10^4$ ou/(m <sup>2</sup> s)

P =prelievo puntuale eseguito con pompa a depressione

FC = prelievo su superficie non emittente con flux chamber e portata di aria insufflata in cappa di 0,13 l/s.

WT = prelievo su sup. non emittente con wind tunnel e portata di aria insufflata sotto cappa di 7,5 l/s.

CS = prelievo su superficie emittente con cappa statica senza invio di portata di aria neutra

#### **Tab. 4: flusso complessivo o specifico per diverse fasi e tipologie impiantistiche**

I dati in tabella 4 sono semplicemente indicativi perché mediati su realtà anche molto diverse tra loro ancorché appartenenti alla stessa tipologia. Utili considerazioni possono essere tratte dal confronto dei flussi specifici di odore mentre i flussi complessivi possono dare una stima qualitativa dell'impatto delle sorgenti sul territorio. In questi casi, e comunque in generale, sarebbe utile conoscere dei fattori standard di emissione cioè le quantità emesse relative o specifiche alla potenzialità dell'insediamento industriale. Siccome la tecnica olfattometrica dinamica e le norme di controllo sono relativamente recenti anche su base mondiale, non si dispone a tutt'oggi di dati sufficienti per stimare i valori dei fattori di emissione (sarebbe ad esempio interessante trovare una correlazione tra la concentrazione di odore emessa e il BOD rimosso in un impianto di trattamento acque).

I dati di flusso complessivo o specifico di odore, assieme ai dati meteorologici e orografici caratteristici del sito ove avviene la valutazione d'impatto odorigeno, possono essere usati come dati di input di un modello di dispersione atmosferica per il calcolo



dell'impatto olfattivo dell'impianto sul territorio. La scelta del modello di dispersione più appropriato al caso in esame dipende da una serie di fattori, come la complessità orografica, la frequenza di venti deboli, l'ambito territoriale di impatto (urbano o di campo aperto), la morfologia della sorgente. Il calcolo della dispersione di emissioni di odore da sorgenti areali necessita di specifici algoritmi, soprattutto quando l'obiettivo sia il calcolo dell'impatto a distanze dalla sorgente confrontabili con la dimensione caratteristica della sorgente. Le sorgenti areali senza flusso proprio mostrano una difficoltà aggiuntiva, poiché per esse il flusso di odore dipende dalle condizioni atmosferiche insistenti (velocità del vento, stabilità atmosferica, temperatura della superficie emissiva). Prestazione comune a qualunque modello di dispersione di odori deve però essere la possibilità di restituire come output non già la concentrazione di odore media di lungo periodo al suolo, ma la serie completa delle concentrazioni orarie al suolo, poiché l'impatto di odore è correttamente espresso mediante un prefissato percentile di concentrazione di odore o, analogamente, la frequenza di superamento di una prefissata soglia di concentrazione. Da questo segue anche l'assoluta necessità di disporre, come input al modello, di dati meteorologici orari completi su tutto l'arco del dominio di tempo coperto dalla simulazione.

***5. Individuazione dei possibili rimedi che si possano apportare per limitare l'impatto olfattivo.***

<i>Problema individuato</i>	<i>Rimedio</i>
Concentrazione osmogena elevata	Adozione di sistemi di abbattimento
Flusso osmogeno elevato	Minimizzazione della portata di gas effluente
Vicinanza dell'impianto a recettori sensibili	Adozione di sistemi di abbattimento Minimizzazione della portata di gas effluente Innalzamento dei pennacchi odorigeni (modifica dei camini) Adozione di barriere fisiche naturali Ricollocazione delle fasi d'impianto più critiche Ricollocazione dell'intero impianto

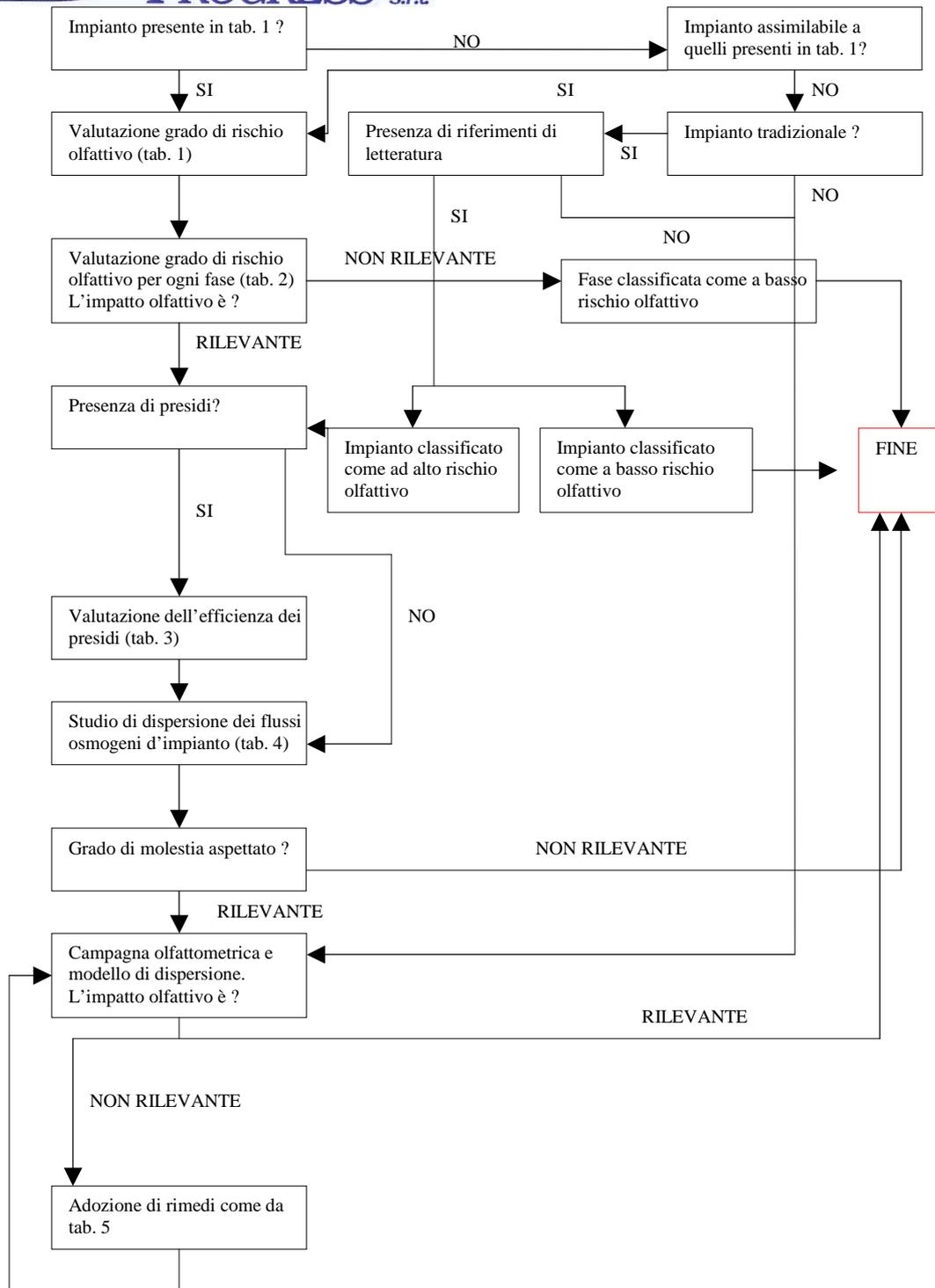
**Tab. 5: esempi di soluzioni applicabili ad alcuni problemi individuati**



## **Conclusioni**

Si è indicato un percorso logico (schematizzato in figura 1) attraverso il quale è possibile individuare, anche a priori, quale possa essere il rischio olfattivo nell'installazione di una data tipologia industriale in una data area. E' inoltre possibile stabilire quali possano essere le fasi maggiormente critiche dell'impianto e i presidi maggiormente adatti alla realtà industriale. Infine grazie allo studio della dispersione delle emissioni gassose provenienti dall'impianto, siano esse misurate o stimate, è possibile raccogliere delle informazioni per progettare la ricollocazione totale o parziale dell'impianto.

Grazie all'impiego dell'albero decisionale proposto può dunque essere redatta una preventiva valutazione di impatto olfattivo per gli insediamenti industriali futuri e può essere studiato e progettato un eventuale adeguamento/miglioramento di insediamenti industriali esistenti con il fine ultimo della minimizzazione dell'impatto olfattivo.



**Figura 1: albero delle decisioni**



## Il modello di dispersione

Il modello di dispersione ha come scopo l'oggettivazione della sensazione olfattiva che può essere percepita dalla popolazione nel territorio circostante ad uno stabilimento, grazie alla misurazione oggettiva della potenza emissiva e alla simulazione scientificamente supportata della dispersione degli odori.

Lo scopo dell'applicazione di un modello di dispersione alle emissioni di odore di uno stabilimento industriale è quantificare l'impatto olfattivo di questo sul territorio. L'impatto olfattivo prodotto da una sorgente (o da un complesso di sorgenti di qualità olfattiva omogenea) in un dato punto sul territorio è espresso come il valore di concentrazione al suolo corrispondente ad un assegnato percentile, o equivalentemente come frequenza (percentuale di ore l'anno) di superamento di un'assegnata soglia di fastidio olfattivo. Questa forma di espressione dell'impatto si accorda con l'indirizzo prevalente nelle legislazioni dei Paesi con maggiore esperienza in questo settore. Concretamente, il risultato finale dell'applicazione di un modello di dispersione è una mappa sulla quale sono tracciate le curve di isofrequenza di superamento di una soglia di concentrazione scelta secondo criteri oggettivi. Ad esempio, dalla mappa si può ottenere la percentuale di ore nell'anno durante le quali la concentrazione di odore presso un dato recettore sensibile eccede la soglia definita, per esempio di  $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

### **Dati in ingresso**

Per simulare la dispersione di una (o più) sorgenti di odore sono necessari dati di tre classi diverse:

- dati emissivi (i flussi di odore in  $\text{ou}_E/\text{s}$ );
- dati meteorologici;
- dati orografici e di profilo della superficie (presenza di rilievi, colline, ma anche di edifici prossimi alle sorgenti).

### ***Dati emissivi***

I dati emissivi provengono dalle indagini olfattometriche realizzate presso l'impianto.



Dal punto di vista delle tecniche di monitoraggio e delle problematiche che la morfologia stessa determina nella simulazione della dispersione, le sorgenti di odore possono essere classificate come segue:

- sorgenti puntiformi;
- sorgenti areali con induzione forzata di flusso;
- sorgenti areali prive di flusso indotto (o a ventilazione naturale);
- sorgenti volumetriche.

Dal punto di vista delle unità operative di processo, in uno stabilimento industriale possono trovarsi ad esempio le seguenti sorgenti di odore:

- camini, ai quali vengono convogliate le emissioni gassose di apparecchiature o macchine fisse;
- cumuli di materiali o rifiuti temporaneamente stoccati all'aperto;
- locali di produzione in cui operano apparecchiature o macchine le cui emissioni non sono convogliate, ma escono in atmosfera come sorgenti diffuse o fuggitive;
- biofiltri, che trattano ed scaricano in atmosfera emissioni gassose dai reparti di produzione;
- serbatoi aperti superiormente o vasche adibiti allo stoccaggio temporaneo di reflui di lavorazione.

I campionamenti e le analisi eseguite permettono di ottenere per ciascuna di queste sorgenti il valore della portata (o flusso complessivo) di odore, in termini di  $ou_E/s$ , analogo al flusso di massa in g/s (kg/h) determinato gli inquinanti chimici in altri contesti.

Per le sorgenti areali a ventilazione naturale e per le sorgenti volumetriche la portata di odore può dipendere dalla velocità del vento. A questo scopo nel modello di dispersione è presente una procedura per calcolare ora dopo ora la portata emissiva in funzione del valore orario della velocità del vento.

Il modello di dispersione consente di assegnare alle emissioni portate (o flussi) di odore variabili nel tempo, ora dopo ora. Qualora alcune emissioni abbiano periodi di inattività ciclica (ad esempio ciclo lavorativo giornaliero, fermata nei giorni festivi, chiusura estiva dell'impianto, ecc.) è opportuno, per l'applicazione del modello, conoscere queste periodicità, perché possono influire in modo decisivo sull'impatto olfattivo



dell'impianto. Analogamente ogni altra variazione del carico emissivo delle sorgenti (ad esempio legato a cicli di lavorazione, o al mutamento delle materie prime che entrano nel processo) può incidere sull'impatto.

### ***Dati meteorologici***

I dati meteorologici devono essere registrati con frequenza almeno oraria da una stazione di rilevamento meteorologico posta in modo da rilevare condizioni meteo rappresentative di quelle insistenti sul territorio di possibile impatto delle emissioni. I dati devono coprire almeno un anno completo.

I dati grezzi vengono elaborati per ottenere, per ciascuna ora del periodo di simulazione, le altre variabili necessarie all'applicazione del modello di dispersione, come la Lunghezza di Monin-Obukhov e l'altezza di rimescolamento.

### ***Dati orografici***

Il modello impiegato per la stima della dispersione di emissioni industriali di odore può tenere conto della presenza di rilievi ai margini dell'area di studio.

Alcuni edifici o manufatti presenti nell'impianto o attigui ad esso possono avere un'altezza rispetto al piano campagna tale che, quando essi vengono a trovarsi sopravento ad una sorgente emissiva, producono effetti di scia sui pennacchi di emissione. Il modello utilizzato permette di simulare questo fenomeno, purché siano disponibili dati in ingresso adeguati, deducibili dalle planimetrie e dalle sezioni verticali principali degli edifici che possono indurre scie.

## **Gli aspetti particolari presenti nel distretto conciaro valle del Chiampo**

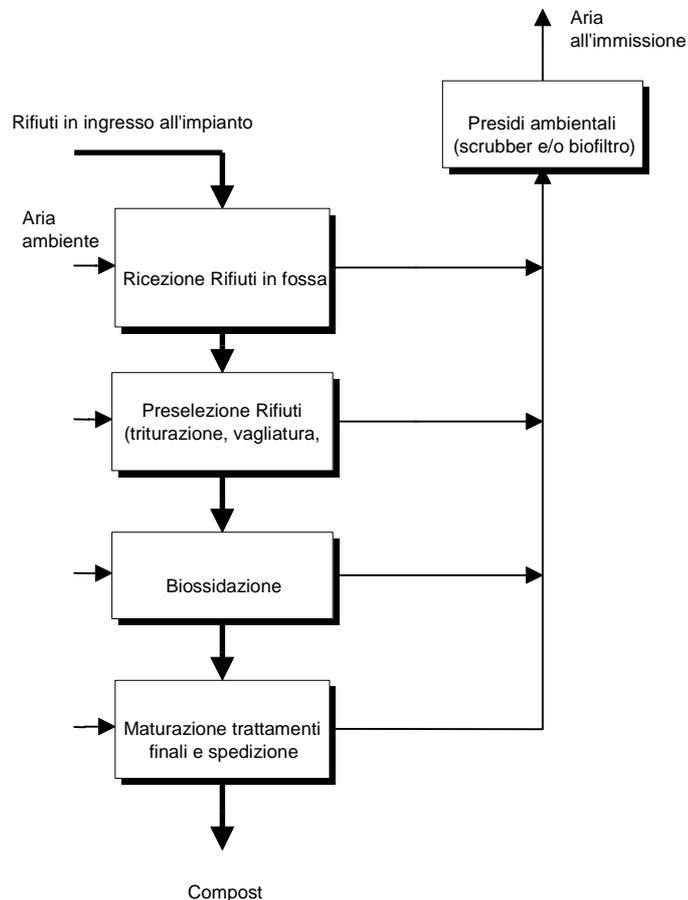
### **Impianti di compostaggio**

- *Descrizione delle fasi di lavorazione del rifiuto*

Un impianto tipico di compostaggio [18],[19] può essere schematizzato come una sequenza di stadi successivi di trattamento del rifiuto più degli stadi di trattamento degli effluenti gassosi (schema a blocchi sottostante).

Alcuni stadi sono critici per la determinazione complessiva dell'emissione osmogena dall'impianto, in particolare: lo stadio di ricezione dei rifiuti, lo stadio di bioossidazione e maturazione del compost e gli stadi di trattamento dell'aria tramite diversi presidi atti ad abbattere le emissioni omogenee maleodoranti.

Il sistema di ossigenazione e ricambio dell'aria all'interno dei capannoni, ove avvengono le fasi più critiche della lavorazione dei rifiuti ,avviene



nella maggior parte dei casi ancora per ingresso dell'aria ambiente nei capannoni, tenuti in depressione, e invio della stessa da ogni singola fase al presidio ambientale[20].

Le emissioni odorose associabili ad un impianto di compostaggio dipendono dal tipo di materia prima trattata, dalle potenzialità di rifiuto lavorato, dal tipo di processo di trattamento e dal tipo di trattamento aria esausta in uscita dall'impianto stesso.

I valori di concentrazione di odore nella prima fase del trattamento dei rifiuti, sono molto dipendente dallo stato fermentativo e quindi dall'età del rifiuto in ingresso. Questi primi stadi sono anche una fonte importante per quanto riguarda la odosità specifica del processo, non solo per i valori relativamente elevati del carico per unità di aria da trattare, ma soprattutto per il fatto che trattandosi di aree in cui è spesso prevista la presenza di operatori, il numero di ricambi orari è fissato dalle norme di igiene del lavoro.



Nella fase biossidativa il tipo di processo, il numero e la frequenza dei rivoltamenti, il fatto che il rifiuto sia attraversato dall'alto o dal basso condizionano la generazione di odore.

I processi ben condotti, con un elevato tenore di ossigeno all'interno dei cumuli in biossidazione, mostrano valori in termini di concentrazione di odore di un ordine di grandezza in meno rispetto a processi che tendono all'anaerobiosi con sacche ove vi è forte carenza di ossigeno.

Oltre i problemi derivanti dalla carenza di ossigeno nel cumulo, altri fattori che influenzano la concentrazione di odore sono la temperatura e l'umidità del materiale, oltre che ovviamente il tipo di rifiuto che costituisce la matrice di partenza.

In ogni caso la fase di biossidazione è quella che fisiologicamente produce la parte preponderante delle unità olfattometriche da trattare prima della emissione.

Alla fase biossidativa segue quella di maturazione del compost.

Maggiore è la quantità di microrganismi ancora attivi presenti nel materiale e quindi maggiore è l'ossigeno consumato e meno maturo viene considerato il materiale.

I dati a disposizione evidenziano una rapida riduzione dell'odore con l'aumento del grado di maturità del materiale.

Un compost inodore o quasi permette persino uno stoccaggio all'aperto e dunque una riduzione dei problemi di spazio, sia negli impianti di produzione che di stoccaggio intermedio.

#### - *Descrizione del sistema di campionamento e delle fonti campionabili*

L'aria osmogena campionabile nel monitoraggio di tali impianti deriva da diverse zone e dunque la procedura di campionamento deve essere diversificata in funzione del tipo di sorgente emissiva:

1. campionamento di una sorgente puntiforme (sbocchi di condotti di ventilazione). Il campione viene prelevato inserendo il tubo di prelievo in Teflon® nelle apposite prese campione presenti nei condotti.

2. campionamento di una sorgente non puntiforme senza flusso proprio (superfici e cumuli di materiale in stoccaggio). Viene impiegata una cappa dinamica del tipo flux chamber o wind tunnel, progettata e costruita presso il Politecnico di Milano in accordo



con le indicazioni di letteratura (Eklund, B. [21] di Bowker, P. E. *et al* [22] e di Frechen, F. B. [23])

3. campionamento di una sorgente estesa con flusso uscente proprio (biofiltri). E' stata impiegata una cappa statica

Durante la fase dei campionamenti possono essere effettuate misure accessorie che servono per una miglior comprensione dei dati ottenuti. Tali misure vengono effettuate con un'opportuna strumentazione che prevede sonde termoigrometriche per la misura di temperatura e umidità del flusso, sonde corazzate per la misura della temperatura del letto filtrante, anemometro a ventola per la misura del flusso e manometro differenziale per la misura delle perdite di carico.

Il tempo che intercorre tra il campionamento e la successiva analisi, cioè il tempo di residenza dei campioni nei sacchetti, deve essere minimizzato (minore di 24 ore), la temperatura di conservazione del campione deve essere controllata e mantenuta intorno a quella ambiente ( $20 < T_a < 35^{\circ}\text{C}$ ), comunque superiore alla temperatura di rugiada per impedirne la condensazione del campione nel sacchetto. Infine deve essere evitata la esposizione del campione alla luce, soprattutto solare, conservandolo in cardboard box per minimizzare le reazioni fotochimiche di degradazione.

- *Descrizione delle fasi risultate a maggior impatto olfattivo*

La sezione di impianto maggiormente responsabile dell'odore prodotto dai processi di compostaggio è quella di Bioossidazione, tuttavia anche le fasi di Maturazione e quella di Ricezione e pretrattamento contribuiscono in maniera sensibile all'odore prodotto.

In particolare la fase di Ricezione e pretrattamento sembra quella su cui interventi migliorativi possono produrre gli effetti più sensibili. Ciò sia in termini di miglior controllo delle emissioni fuggitive che di razionalizzazione di processo.

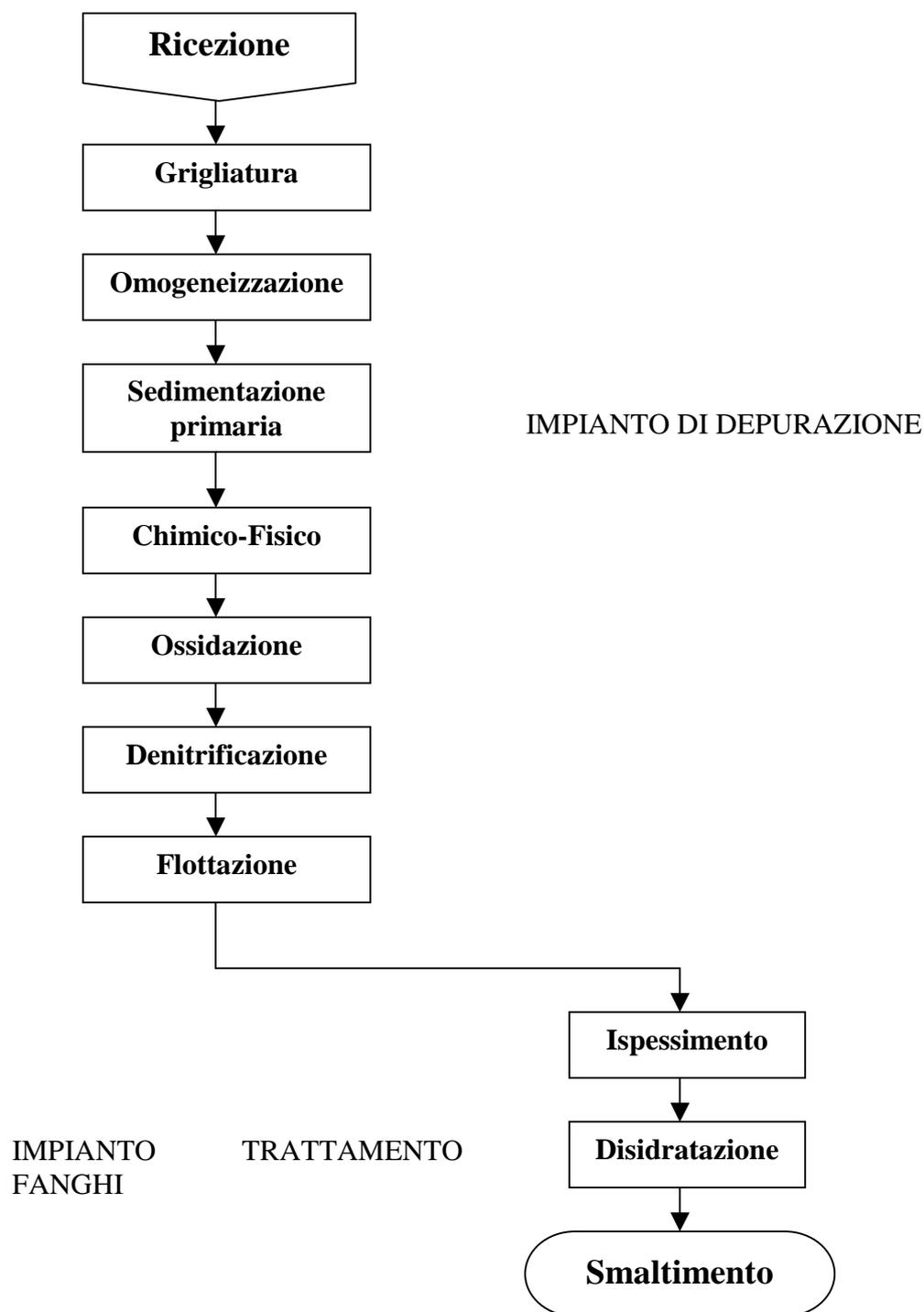
**Depuratori acque conciarie**

I reflui dell'industria conciaria sono caratterizzati da elevate concentrazione di sostanze organiche, alcune delle quali difficilmente biodegradabili, di composti azotati, di sali e di solfuri che possono, se non opportunamente trattati, dar luogo a problemi di impatto ambientale. Nella relazione di seguito verranno analizzate e descritte, in successione di



processo, le varie fasi di depurazione dei reflui provenienti dall'industria conciaria, la scelta dei punti e la metodologia per il prelievo dei campioni di odore. Nel dettaglio parleremo della fase di trattamento dei reflui di concia e della fase di trattamento dei fanghi ottenuti a fine processo di depurazione.

- Descrizione delle fasi di lavorazione del refluo





Scarico e grigliatura: il refluo proveniente dalle aziende conciarie viene scaricato e convogliato nella fase di grigliatura che ha lo scopo di separare meccanicamente la sabbia presente nel refluo. La desabbiatura avviene tramite una maglia metallica rotante a maglie fitte, attraverso la quale viene fatto scorrere il refluo che successivamente va nelle vasche di omogeneizzazione.

Omogeneizzazione: le vasche di omogeneizzazione hanno il fine normalizzare la portata di refluo alle successive fasi del processo, questa operazione è fondamentale negli impianti di depurazione perché permette di lavorare in condizioni costanti favorendo una costante quantità di refluo alle fasi di seguito descritte.

Sedimentazione primaria: in questa fase il particolato solido sospeso in soluzione viene fatto decantare per gravità sul fondo delle vasche. I fanghi primari depositatosi sul fondo vengono raschiati con delle lame, raccolti a fine vasca e inviati ad un sistema di ispessimento. Con questo processo si ottiene una chiarificazione del refluo che viene inviato alla successiva fase. Può essere presente anche una sedimentazione chimica che avviene in maniera analoga alla primaria, con additivi polielettrolitici anionici che favoriscono un'ulteriore chiarificazione dei reflui.

Chimico-fisico: in questa fase il refluo viene additivato di clorurati e calce, i reflui vengono in questo modo ulteriormente chiarificati per poi passare alla fase di ossidazione. I fanghi depositata sul fondo delle vasche vengono inviati all'ispessimento.

Ossidazione: vasche in cui avviene la depurazione delle acque inquinate da sostanze di natura organica. Il processo di ossidazione delle sostanze organiche avviene ad opera di turbine immerse nelle vasche per la movimentazione del refluo, o per mezzo di sistemi di insufflazione di aria attraverso appositi diffusori posti sul fondo delle vasche.

Denitrificazione: processo di riduzione dei nitrati ad azoto elementare (che si libera in forma gassosa) ad opera di batteri facoltativi in grado di utilizzare, in condizioni anossiche, l'ossigeno contenuto in questi composti.



Flottazione: separazione dall'acqua di sostanze liquide o solide, avvalendosi di un gas di trasporto che ne favorisca la raccolta in superficie. Il gas di trasporto, prevalentemente aria, può essere sia disperso nella corrente liquida da depurare (flottatori ad aria disciolta), sia aspirato direttamente dalla stessa, attraverso idonei dispositivi (flottatori ad aria indotta).

Ispessimento: i fanghi provenienti da tutte le fasi di processi dell'impianto di depurazione vengono ridotti di volume tramite filtro-presse, nastro-presse o centrifughe per la disidratazione fanghi e stoccati in vasche per poi essere inviati alla fase di disidratazione.

Disidratazione fanghi: al fine di ridurre ulteriormente il volume per poi essere smaltiti in discarica i fanghi vengono disidratati ad opera di forni.

*- Descrizione del sistema di campionamento e delle fonti campionabili:*

Una superficie emissiva estesa (vasca) deve dapprima essere scomposta in zone omogenea di emissione. Quindi si deve pianificare un numero adeguato di prelievi per ogni zona, tale che ogni prelievo sia rappresentativo di non più di 1000 m<sup>2</sup>. Nei casi pratici di vasche di trattamento si individuano due zone distinte di emissione, la zona di turbolenza (ovvero la zona di stramazzo o quella di sversamento del refluo) e quella di calma che costituisce la maggior parte della superficie della vasca. Per il campionamento dei gas si impiegano delle cappe che hanno la funzione di isolare la superfici emissive dalle condizioni atmosferiche e di ricreare le condizioni di trasferimento di materia proprie della sorgente alle normali condizioni operative. Le cappe sono:

- wind tunnel (galleria del vento) che, appoggiata sul pelo libero del refluo o dei fanghi permette di simulare l'effetto di trasporto delle molecole organiche (quindi odorigene) dovuto al vento.
- flux chamber (cappa dinamica) utilizzabile nei casi di campionamento da vasche nelle quali sia presente un sistema di insufflazione (vasche di ossidazione, di denitrificazione e di flottazione) mediante la quale, una volta



appoggiata la cappa sulla fonte emissiva e raggiunto l'equilibrio interno alla stessa, verrà effettuato il campionamento dell'aria osmogena.

In coda al ciclo di trattamento abbiamo la disidratazione dei fanghi. Questa fase avviene per mezzo di forni e in ambiente confinato, le emissioni vengono convogliate, ad opera di ventilatori, ed inviate ad appositi sistemi di abbattimento. Il prelievo dei campioni odorigeni viene effettuato dalle apposite bocchette di ispezione presenti sui condotti.

- Descrizione delle fasi a maggior impatto olfattivo:

Negli impianti di depurazione dell'industria conciaria le fasi a maggior impatto olfattivo sono quelle precedenti al trattamento dei reflui, quali lo scarico del refluo nel sistema di grigliatura e l'omogeneizzazione. Dall'esperienza sul campo si evidenzia una progressiva diminuzione della concentrazione di odore dei campioni prelevati lungo la linea di depurazione, sinonimo della efficacia del trattamento. Questo tipo di andamento risulta molto utile agli effetti dell'indagine olfattometrica perché permette di evidenziare eventuali anomalie di processi della singole fasi di trattamento.

Per quanto riguarda il linea di trattamento fanghi la sezione dell'impianto di maggior impatto olfattivo potenziale è di stoccaggio dei fanghi provenienti dalle fasi di trattamento dei reflui. Questo dovuto in genere alla presenza di idrogeno solforato e d

**Discariche**

- Descrizione delle fasi di lavorazione del rifiuto

Le discariche in genere possono essere suddivise per tipologia di rifiuto trattato vista la netta differenza tra i siti trattanti rifiuti urbani e i siti trattanti rifiuti speciali.

Anche nello stoccaggio del rifiuto in discarica è identificabile una sequenza di stadi a cui viene sottoposto il rifiuto. In tali casi non si può parlare tanto di trattamento del rifiuto ma più di una ricerca di minimizzazione dell'impatto tramite coperture dello stesso.

Il rifiuto viene conferito in discarica, in modi diversi a seconda della propria natura. Nelle discariche asserventi gli impianti di depurazione acque conciarie il fango,



disidratato, viene stoccato in discarica in sacchi. Tali sacchi vengono periodicamente ricoperti.

La molestia creata da una discarica di rifiuti speciali è notevolmente superiore a quella creata da una discarica di rifiuti urbani, assimilabili agli urbani, fanghi o inerti.

I valori di concentrazione di odore, espressi in termini di  $\text{OU}/\text{m}^3$ , non variano in modo significativo con la stagione.

- *Descrizione del sistema di campionamento e delle fonti campionabili*

L'aria osmogena campionabile nel monitoraggio di tali impianti deriva da diverse zone e dunque la procedura di campionamento deve essere diversificata in funzione del tipo di sorgente emissiva:

1. campionamento di una sorgente puntiforme (fessurazioni nel terreno, basi pozzetti etc). Il campione viene prelevato inserendo il tubo di prelievo in Teflon® nelle fessurazioni.
2. campionamento di una sorgente non puntiforme senza flusso proprio (superfici di discarica, sacchi contenenti fango, pozze di percolato). Viene impiegata una cappa dinamica del tipo flux chamber o wind tunnel, progettata e costruita presso il Politecnico di Milano in accordo con le indicazioni di letteratura (Eklund, B. [21] di Bowker, P. E. *et al* [22] e di Frechen, F. B. [23])

- *Descrizione delle fasi risultate a maggior impatto olfattivo*

La molestia creata dalla discarica è dovuta in parte allo stoccaggio del rifiuto in copertura giornaliera, in parte dalla mancanza di tenuta dei pozzetti di captazione del biogas (quando presenti) e in parte dalle perdite di percolato non captato sulla superficie di discarica..

Molto spesso tra la base del pozzetto di captazione del biogas e il terreno argilloso/telo che lo circonda sono presenti diverse fessurazioni che permettono al biogas di fuoriuscire liberamente in atmosfera. Le cattive tenute delle flange nel sistema di captazione del biogas hanno peraltro gli stessi effetti.

Tali flussi di odore, seppur di ridotta quantità rispetto all'estensione della discarica, danno un forte contributo in termini di molestia olfattiva con concentrazioni di odore di uno o addirittura due ordini di grandezza superiori rispetto alla zona del rifiuto più



odorigeno presente in discarica (rifiuto fresco). Lo stesso dicasi per i flussi di odore generati dal percolato di discarica che danno un grande contributo all'emissione osmogena complessiva della discarica.

Va comunque notato come, data l'estensione della zona di trattamento e ricopertura dei rifiuti rispetto a quella del singolo pozzetto di captazione del biogas o della singola pozza di percolato, i flussi di odore in gioco siano paragonabili ed occorra dunque coprire giornalmente il rifiuto in ingresso alla discarica.



## Concierie

### - *Descrizione delle fasi di lavorazione della pelle*

Il ciclo di produzione completo dell'attività conciaria, si avvia con alcune fasi, denominate come reparto di riviera per le notevoli quantità d'acqua utilizzate, e procede con la concia propriamente detta.

Prima della concia vera e propria, debbono essere infatti eliminati lo strato dell'epidermide, con i suoi prodotti di formazione quali lana, pelo, unghie, tessuti ghiandolari e il tessuto connettivo sottocutaneo, di struttura rilassata e spesso accompagnato da tessuti grassi, sangue, linfa, proteine non ancora strutturate e solubili in acqua. Vanno inoltre eliminate, dal derma, le componenti non fibrose, non suscettibili d'essere trasformate in cuoio.

La pelle va inoltre pulita dai residui di sterco, fango, impurità, dal sale e dagli altri conservanti. Tutto questo avviene con i lavori di riviera.

Le pelli grezze subiscono una prima operazione di cernita e poi di rifilatura; con la rifilatura vengono tolte eventuali orecchie, unghie, corna, altri parti superflue, che vanno a costituire un rifiuto di origine animale.

Le pelli grezze salate, al fine di ridurre la concentrazione di cloruro di sodio presente nell'acqua reflua scaricata, passano per una fase di dissalatura meccanica che, solitamente, avviene attraverso una rotazione all'interno di una struttura metallica a cilindro, che presenta aperture laterali tali da permettere la fuoriuscita del sale, che viene raccolto al di sotto dell'impianto e che deve essere periodicamente avviato ad operazioni di smaltimento o recupero presso terzi come rifiuto

Con le successive fasi di lavorazione, le operazioni di riconcia, tintura, ingrasso in bottale e le operazioni di rifinitura, si va a valorizzare il prodotto "pelle", fornendogli caratteristiche peculiari (colore, morbidezza, pastosità, spessore, etc.).

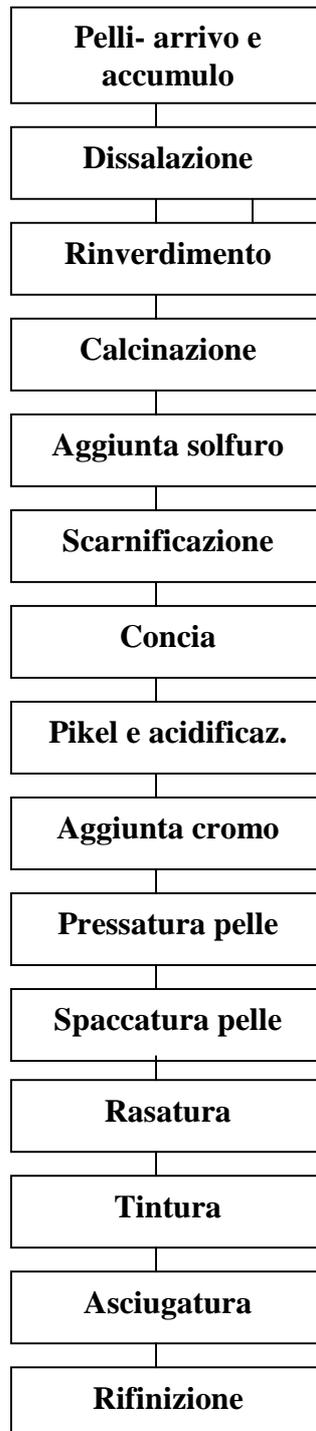
Le operazioni di rifinitura, si svolgono mediante l'applicazione di prodotti chimici di varia natura, utilizzando impianti di spruzzatura, velatrici, tamponatrici o macchine spalmatrici a rullo; in questa fase si vanno in particolare a definire le caratteristiche estetiche del prodotto finito, quali lucentezza, opacità, trasparenza, etc., valorizzando

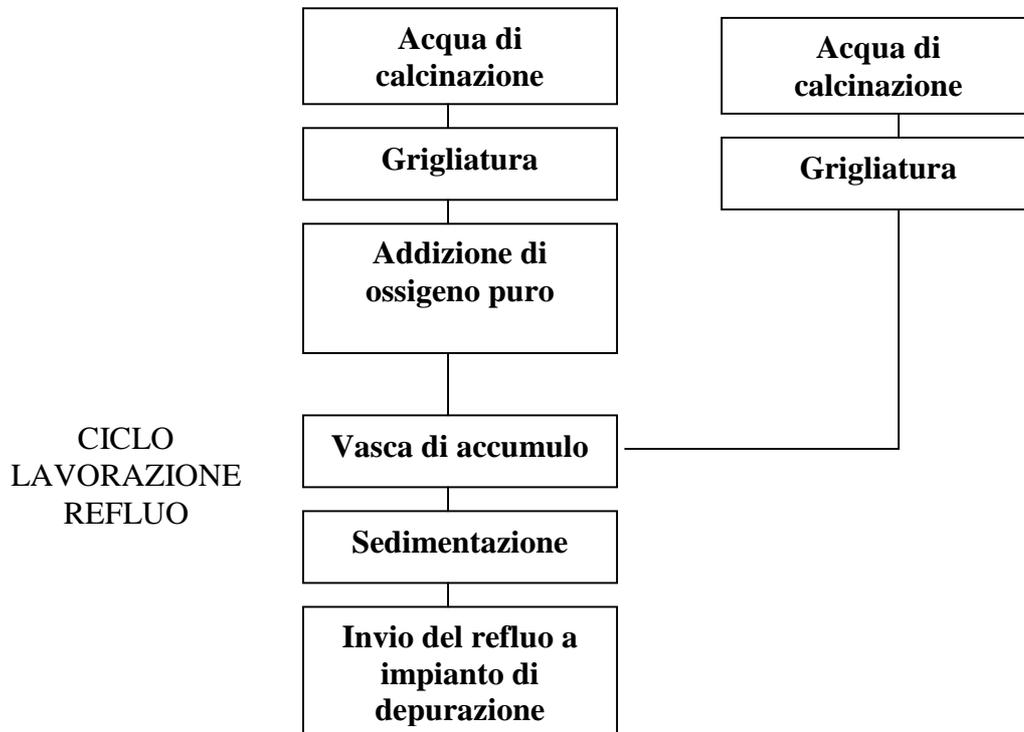


le caratteristiche naturali delle pelli di maggior qualità e andando a “mascherare” le imperfezioni delle pelli con difetti all’origine o causati da errori di lavorazione.

La materia prima lavorata nelle concerie del distretto della Valle del Chiampo è costituita quasi esclusivamente bovine provenienti da altre nazioni.

CICLO  
LAVORAZIONE  
PELLE





- *Descrizione del sistema di campionamento e delle fonti campionabili*

L'aria osmogena campionabile nel monitoraggio di tali impianti deriva da diverse zone e dunque la procedura di campionamento deve essere diversificata in funzione del tipo di sorgente emissiva:

1. campionamento di una sorgente puntiforme (condotti, ingresso o uscita presidi quali scrubber etc). Il campione viene prelevato inserendo il tubo di prelievo in Teflon® nelle fessurazioni.
2. campionamento di una sorgente non puntiforme senza flusso proprio (superfici di vasche, cumuli di materiale in stoccaggio). Viene impiegata una cappa dinamica del tipo flux chamber o wind tunnel, progettata e costruita presso il Politecnico di Milano in accordo con le indicazioni di letteratura (Eklund, B. [21] di Bowker, P. E. *et al* [22] e di Frechen, F. B. [23])

- *Descrizione delle fasi ipotizzabili a maggior impatto olfattivo*



La molestia creata da un impianto di lavorazione della pelle è dovuta in parte allo stoccaggio del materiale di partenza e in parte alla lavorazione del materiale stesso che avviene sotto tettoia senza alcuna aspirazione dell'aria e trattamento finale della stessa. Le pelli grezze vengono stoccate in appositi magazzini, talvolta refrigerati per migliorarne la conservazione; lo stoccaggio di pelli grezze all'aperto, sul cortile o sotto strutture aperte lateralmente, comporta la possibile diffusione all'esterno dell'area dell'opificio delle esalazioni maleodoranti tipiche del pellame grezzo, specie se si innescano fenomeni putrefattivi, abbastanza frequenti durante il periodo estivo e può portare a contaminazioni della rete meteorica aziendale, visto che dal pellame grezzo percolano effluenti liquidi contaminati da sporcizia, sale, eventuali conservanti.

Le fasi che appaiono dunque essere a maggior impatto olfattivo sono, oltre allo stoccaggio del prodotto di partenza, anche le fasi successive di lavorazione con particolare riferimento alla fase in cui viene aggiunta calce e solfuro. Tali processi avvengono in botte presidiata da impianto di deodorizzazione dell'aria che andrà monitorato per verificarne l'adeguata efficienza di abbattimento. Anche la linea di verniciatura finale della pelle e di rifinitura possiede un proprio odore caratteristico, differenziabile comunque da quello caratterizzante l'intero processo di lavorazione della pelle.

Il refluo liquido che costituisce l'acqua di calcinazione può essere considerato senza alcun dubbio una sorgente potenzialmente molto odorigena dell'impianto. Per tali motivi tale refluo viene ossidato in modo da eliminare quanto più possibile l'elevato tenore di  $H_2S$ .

Tale refluo deve comunque essere monitorato, prima e dopo l'eventuale processo di ossidazione, in modo da verificarne la concentrazione e l'efficacia del trattamento. La presenza di una vasca di accumulo delle acque reflue dell'impianto, che ha lo scopo di omogeneizzare la portata e il carico da inviare ad impianto di depurazione, è una fonte altrettanto importante di odori e va dunque monitorata.

Infine tutte le operazioni di carico e scarico del refluo da o alla vasca vanno tenute sotto stretto controllo per l'elevato potere emissivo di queste operazioni condotte su reflui odorigeni.



## **Il modello di dispersione particolare da utilizzare nel distretto conciario valle del Chiampo**

Per il calcolo della dispersione delle emissioni di odore è impiegato il programma CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA).

Elenchiamo di seguito alcune delle qualità salienti di CALPUFF, soprattutto in relazione alle peculiarità della dispersione delle emissioni di odore da impianti come quelli sopra menzionati presenti sul territorio di valle del Chiampo.

- L'algoritmo principale di CALPUFF implementa un modello di dispersione non stazionario a puff gaussiano. Questo permette la trattazione rigorosa ed esplicita anche dei periodi nei quali il vento è debole o assente, a differenza dei più noti modelli a pennacchio gaussiano (Gaussian plume models).
- Alle sorgenti possono essere assegnate emissioni variabili nel tempo, ora dopo ora.
- I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza ( $u^*$ ,  $w^*$ ,  $L_{MO}$ ), anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. Vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete.
- Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali.

### ***Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione***

Perché un odore sia percepibile è sufficiente che la sua concentrazione in aria superi la soglia di percezione anche solo per il tempo di un respiro (in media 3,6 secondi). La concentrazione di odore, così come qualunque variabile scalare dell'atmosfera, fluttua istantaneamente per effetto della turbolenza. Poiché il modello di dispersione impiegato produce come output, per ciascuna ora e ciascun recettore, la media oraria della concentrazione di odore, è necessario dedurre da questa la concentrazione oraria di picco, definita come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata con probabilità  $10^{-3}$ ,



cioè per più di 3,6 secondi. A questo scopo la stima della concentrazione di picco è condotta per mezzo di un coefficiente (*peak-to-mean ratio*) dipendente soprattutto dalla morfologia delle sorgenti.

### **Riepilogo dettagliato dei dati necessari all'applicazione di un modello di dispersione**

I dati concernenti la caratterizzazione dell'emissione al momento del prelievo (portata volumetrica di gas, temperatura, concentrazione di odore, flusso di odore) sono misurati direttamente dal laboratorio che svolge l'indagine olfattometrica.

Gli altri dati necessari sono elencati di seguito.

#### ***Dati meteorologici***

I dati meteorologici devono essere registrati con frequenza oraria o superiore (ad es. ogni 10 minuti) da una stazione di rilevamento meteorologico quanto più possibile prossima all'impianto, e posta in modo da rilevare condizioni meteo rappresentative di quelle insistenti sul territorio di possibile impatto delle emissioni (se ad esempio lo stabilimento si trova in una vallata, non sono adatti i dati di una stazione posta nella vallata adiacente). I dati devono coprire almeno un anno completo (in altre parole, che se ad esempio per il 2002 ci sono ampie vacanze di dati, i dati del solo anno 2002 non sono sufficienti, ma ne servono altri di altri anni, per coprire le vacanze).

I valori la cui conoscenza è indispensabile sono:

- Velocità del vento a 10 metri di quota dal suolo (se ad una quota diversa, specificare quale);
- Direzione del vento a 10 metri di quota dal suolo (se ad una quota diversa, specificare quale);
- Temperatura dell'aria a 2 metri dal suolo (se ad una quota diversa, specificare quale);
- Radianza solare netta (o in alternativa: radianza solare globale e copertura nuvolosa);

Altri valori molto utili sono:

- Precipitazione (piovosità);
- Pressione atmosferica al suolo;
- Umidità relativa.



### ***Carte tecniche territoriali***

Sono necessarie le carte (tratte ad esempio dalla Carta Tecnica Regionale, CTR) in formato raster digitale (cioè come file di formato ad esempio TIFF) in scala 1:10'000 (o altre scale vicine, da specificare) di un territorio di estensione di almeno 10-20 km<sup>2</sup> intorno allo stabilimento, e comprendente il sito ove lo stabilimento è posto. In genere sono sufficienti quattro sezioni adiacenti della CTR in scala 1:10'000, disposte su due righe e due colonne.

### ***Planimetrie dettagliate dell'impianto***

Le planimetrie devono permettere anche l'inquadramento dello stabilimento sul territorio (cioè devono permettere di collocare lo stabilimento sulla carta tecnica territoriale con approssimazione di al massimo un centinaio di metri). Per gli scopi a cui queste planimetrie sono mirate, non è strettamente necessario che siano digitali, ma è sufficiente che siano cartacee; l'uso di planimetrie cartacee comporta però qualche imprecisione nel risultato finale.

### ***Quote di edifici e manufatti***

E' necessaria la quota del colmo (per i capannoni ad esempio è la quota del tetto) di tutti gli edifici principali dello stabilimento, compresi gli edifici di servizio (uffici, ecc.). Per edifici con prospetti complessi, servono anche le quote intermedie del prospetto. Ottimale sarebbe avere i disegni in scala dei prospetti. Per i manufatti che costituiscono sorgenti volumetriche di odore (ad esempio reparti con emissioni non convogliate) è indispensabile disporre completamente delle loro dimensioni tridimensionali.

### ***Dimensioni planimetriche e altimetriche delle sorgenti***

Per tutte le sorgenti sono necessarie le dimensioni planimetriche (ove non siano deducibili dalla planimetria dell'impianto) e quelle altimetriche. Per esempio è necessario avere il diametro delle vasche, le dimensioni lineari e la quota del colmo delle sorgenti areali (vasche, biofiltri), la quota degli eventuali camini, la quota del colmo di serbatoi scoperti.



***Portate e temperature delle sorgenti se non direttamente misurabili durante  
l'indagine olfattometrica***

Ad esempio è necessario conoscere portate e temperature degli eventuali ventilatori preposti al ricambio dell'aria nei locali di processo dello stabilimento se non direttamente misurati durante i campionamenti. Per emissioni da condotti (camini) è necessario anche il diametro del condotto di espulsione.

***Variabilità o periodicità dei carichi emissivi***

Sono assai utili, per ottenere una stima più veritiera dell'impatto olfattivo, gli orari di funzionamento e regimi di funzionamento delle operazioni di processo. In pratica è solitamente sufficiente conoscere:

- l'orario di lavoro degli addetti allo stabilimento per quanto riguarda operazioni potenzialmente odorigene condotte nello stabilimento (es: emissioni dovute al funzionamento di macchinari a controllo umano ed aventi emissioni convogliate);
- il ciclo di riempimento delle eventuali vasche (es: se un impianto dispone di due vasche di equalizzazione reflui, può essere ad esempio che una sia piena sempre e l'altra sia piena solo dalle 8.00 di mercoledì alle 18.00 di venerdì);
- gli orari secondo cui si susseguono le operazioni con materie prime o condizioni operative diverse in stabilimenti a funzionamento discontinuo.



## Bibliografia

- [1] Il Grande, M. Sironi, S., Giornata di studio: Odori -lo stato dell'arte in Italia *GSISR Reports*, **90**, 152-167 Milano (2000)
- [2] Bowker, P.E. Mc Ginley, C.M. and Webster, N.A., *Proceedings of Water Environment Fed. Specialty Conf.*, 3.13-3.24 Jacksonville FL (24-27 april 1994)
- [3] Tolvanen, O. K. Haenninen, K. I. Veijanen, A. and Vilberg, K., *Waste Manag. Res.* **16** (6), 525-540 (1998)
- [4] Van Langenhove, H: De Bo, I: and Vyvey, D. in "Organic Recovery and Biological Treatment" (Bidlingmaier, W. Ed.) ORBIT-International Conference, pag. 637-644 Weimar: Rhombos (1999)
- [5] Cortellini, L. Giornata di studio: Odori -lo Stato dell'Arte in Italia *GSISR Reports*, **90**, 8-31 Milano (2000)
- [6] EN 13725 "Odour Concentration Measurement by Dynamic Olfactometry" (2003)
- [7] Frechen, F. B. *Proceedings Sardinia 93- Fifth International Landfill Symposium* 815-828 S. Margherita di Pula CA Italy (2-6 october 1995)
- [8] Toffey , W.E., L.H. Henz, Jr., and M.Haibach, Control of odour and VOC emissions from the largest aerated static pile biosolid composting facility in U.S., WEFTEC, Water Environ.Fed., Miami Beach, FL (1995)
- [9] Rafson, H. J. "Odor and VOC Control Handbook" New York: McGraw Hill (1998)
- [10] Eklund, B: *J. Air Waste Manage Assoc.* **42**: 1583-1591 (1992)
- [11] Bowker, P. E.; Mc Ginley, C. M. and Webster, N. A., *Proceedings of Water Environment Fed. Specialty Conf.*, 3.13-3.24 Jacksonville FL (24-27 april 1994)
- [12] K. Jiang, P.J. Bliss, T.J. Schulz, The development of sampling system for determining odor emission rates from areal surfaces: Part I aerodynamic performance *J. Air & Waste Manegm. Assoc.* Vol. 45, pp.917-922 (1995)
- [13] K. Jiang, P.J. Bliss, T.J. Schulz, The development of sampling system for determining odor emission rates from areal surfaces: II Mathematical Model *J. Air & Waste Management Assoc.* Vol. 45, pp.989-994 (1995)



- [14] A.R. Gholson, J.R. Albritton, R.K. Jayanty, Evaluation of an enclosure method for measuring emissions of volatile organic compounds from quiescent liquid surface, *Environ. Sci. Technol.* Vol. 25, pp. 519-524 (1991)
- [15] K. Jiang, R. Kaye, The selection of air velocity inside a portable wind tunnel system using odour complaint database, *Proc. Odour/VOC speciality conference*, Houston (1997)
- [16] F.B. Frechen, W.Koster, Odour emission capacity of measurement method and application, *Wat. Sci. Tech.* Vol. 38, No. 3, pp.61-69 (1998)
- [17] S. Sironi, M. Il Grande, R. Del Rosso, P. Centola, A. Carrera in "Ricicla 2002" (ISBN 88381-2457-1) pag. 236-244 L. Morselli (Ed) Maggioli Ed- Rimini (2002)
- [18] Epstein, E. "The science of composting" Basel: Technomic Pub. AG (1997)
- [19] Haug, R. T., "Practical Handbook of Composting Engineering" Boca Raton: Lewis Pub. (1993)
- [20] Bidlingmaier, W. Science of composting: 71-80 (1996)
- [21] Eklund, B, *J. Air Waste Manage Assoc.* 42: 1583-1591 (1992)
- [22] Bowker, P. E.; Mc Ginley, C. M. and Webster, N. A., *Proceedings of Water Environment Fed. Specialty Conf.*, 3.13-3.24 Jacksonville FL (24-27 april 1994)
- [23] Frechen, F. B. *Proceedings Sardinia 93- Fifth International Landfill Symposium* 815-828 S. Margherita di Pula CA Italy (2-6 october 1995)