

**La sicurezza  
per gli operatori degli impianti  
di trattamento e di stoccaggio  
dei Rifiuti Solidi Urbani**

Edizione 2005

**INAIL**

Consulenza Tecnica  
Accertamento Rischi e Prevenzione

Questa pubblicazione è stata realizzata dalla **Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione** (CONTARP) dell'INAIL

Autori:

**A. GUERCIO**<sup>1</sup> (responsabile)

**B. PRINCIPE**<sup>2</sup> (responsabile)

**P. FIORETTI**<sup>1</sup>

**L. FRUSTERI**<sup>1</sup>

**P. SANTUCCIU**<sup>2</sup>

**N. TODARO**<sup>1</sup>

Supporto per la comunicazione: A. Schneider Graziosi<sup>1</sup>, A. Terracina<sup>1</sup>, D. Velardi<sup>1</sup>

Disegni: N. Todaro<sup>1</sup>

Foto: P. Fioretti<sup>1</sup>, F. Cavariani<sup>3</sup>, A. Carai<sup>3</sup>, M. De Rossi<sup>3</sup>,

Per informazioni:

**INAIL**

**CONTARP Centrale**

Via Roberto Ferruzzi, 40 - 00143 Roma

Tel. 06/54872785 - Fax 06/54872365

e-mail: **contarp@inail.it**

**Direzione Regionale Lombardia - CONTARP**

Corso di Porta Nuova, 19 - 20121 Milano

Tel. 02/62586520 - Fax 02/62586004

e-mail: **lombardia-contarp@inail.it**

**Direzione Centrale Comunicazione**

Piazzale Giulio Pastore, 6 - 00144 Roma

Fax 06/54872295

e-mail: **dccomunicazione@inail.it**

L'edizione è aggiornata al maggio 2005

ISBN 13: 978-88-7484-076-4

ISBN 10: 88-7484-076-4

Stampato dalla Tipolitografia INAIL - Milano - ottobre 2005

Questa pubblicazione viene diffusa gratuitamente dall'INAIL. Ne è vietata la vendita.

<sup>1</sup> INAIL Direzione Generale, CONTARP

<sup>2</sup> INAIL Direzione Regionale Lombardia, CONTARP

<sup>3</sup> Laboratorio di Igiene Industriale della ASL di Viterbo

*Questo opuscolo è frutto di uno studio condotto dalla CONTARP dell'INAIL, in sinergia con Enti Locali ed imprese del settore.*

*Tale studio, negli anni, si è sviluppato attraverso numerosi sopralluoghi effettuati in diverse realtà produttive ed in campagne di monitoraggio dei molteplici agenti di rischio presenti.*

*L'esperienza maturata dal gruppo di lavoro ha consentito la realizzazione di questo opuscolo, rivolto e dedicato a quanti operano in impianti di:*

- trattamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) nei quali è condotta una prima separazione del rifiuto indifferenziato, una riduzione volumetrica ed, infine, un'inertizzazione biologica con produzione di Combustibile da Rifiuti (CDR);*
- stoccaggio definitivo in discarica dove giungono i rifiuti alla fine del ciclo di lavorazione.*

*L'obiettivo della pubblicazione, dopo un'attenta valutazione dei rischi lavorativi, è illustrare gli opportuni sistemi di prevenzione e di protezione, sia collettivi sia individuali, di tipo gestionale, organizzativo e tecnologico, indicando gli interventi per migliorare i luoghi e le condizioni di lavoro.*

*Gli impianti di trattamento, manipolazione, stoccaggio e, in generale, di gestione dei rifiuti sono stati finora considerati solo come possibili fonti di contaminazione ambientale a causa della presenza, anche contemporanea e sinergica, di sostanze inquinanti.*

*In realtà, sono proprio i lavoratori addetti all'esercizio, alla gestione ed alla manutenzione degli impianti di gestione dei rifiuti, coloro che potrebbero subire per primi gli effetti nocivi sulla salute.*



## Indice

|          | Pag.      |
|----------|-----------|
| <b>1</b> | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>7</b>  |
| 2.1      | 7         |
| 2.2      | 8         |
| <b>3</b> | <b>9</b>  |
| <b>4</b> | <b>15</b> |
| 4.1      | 16        |
| 4.2      | 25        |
| <b>5</b> | <b>27</b> |
| <b>6</b> | <b>46</b> |
|          | <b>49</b> |
|          | <b>50</b> |
|          | <b>52</b> |
|          | 54        |
|          | <b>55</b> |

## 1 – Metodologia di valutazione del rischio

Gli obiettivi perseguiti durante lo svolgimento della valutazione del rischio consistono:

- 1) nel riconoscimento delle **fonti di pericolo** e nella quantificazione del **rischio professionale** con definizione delle priorità di intervento;
- 2) nell'individuazione delle **misure di riduzione del rischio** e dei **sistemi di prevenzione e protezione**.

I sopralluoghi e le misurazioni condotti in diverse tipologie di impianto, afferenti alle due categorie affrontate in questo opuscolo, svolti durante la normale attività lavorativa, l'ordinario funzionamento degli impianti ed in occasione delle attività di pulizia e manutenzione, hanno consentito l'osservazione e la definizione delle fasi del ciclo produttivo e delle possibili interazioni tra uomo e macchina/impianto/attrezzatura al fine di evidenziare eventuali anomalie nella gestione della sicurezza dal punto di vista tecnico ed organizzativo.

Le indagini sugli impianti, finalizzate alla valutazione dei rischi per la salute dei lavoratori, hanno fornito l'entità dell'esposizione a inquinanti chimici e/o biologici e agli agenti di rischio fisici.

Le modalità di campionamento e le caratteristiche delle analisi eseguite per gli agenti di rischio individuati sono riportate in Appendice.

## 2 – Tipologie di impianti analizzati

### 2.1 – Impianti di trattamento di RSU

| Ambiente di lavoro              | Attività  |
|---------------------------------|---|
| Sale comandi ed uffici          | <ul style="list-style-type: none"><li>- registrazione automezzi in ingresso;</li><li>- ricevimento e pesatura dei rifiuti;</li><li>- supervisione e controllo;</li><li>- attività amministrativa.</li></ul>   |
| Ricezione Raccolta Triturazione | <ul style="list-style-type: none"><li>- apertura automatica dei portoni della zona di scarico;</li><li>- scarico dei rifiuti dai mezzi di trasporto in vasche interrate o in cumuli;</li><li>- chiusura dei portoni;</li><li>- alimentazione dei rifiuti nella tramoggia del trituratore;</li><li>- stoccaggio temporaneo del rifiuto triturato;</li><li>- separazione della frazione organica dalla frazione secca (carta, plastica), dei metalli e dell'alluminio (eventuale);</li><li>- interventi di manutenzione.</li></ul>  |
| Vasca di bio-essiccazione       | <ul style="list-style-type: none"><li>- movimentazione del rifiuto triturato;</li><li>- interventi di manutenzione;</li><li>- captazione e trattamento deodorizzante aria di processo.</li></ul>  |
| Raffinazione e invio CDR        | <ul style="list-style-type: none"><li>- vagliatura del prodotto bioessiccato (CDR);</li><li>- separazione dei metalli e dell'alluminio (eventuale);</li><li>- compattazione e imballaggio del CDR;</li><li>- carico del CDR su camion per l'invio agli impianti di termovalorizzazione;</li><li>- pulizia dell'area sottostante ai nastri di trasporto del prodotto bioessiccato raffinato.</li></ul>   |
| In tutto l'impianto             | <ul style="list-style-type: none"><li>- supervisione e controllo;</li><li>- manutenzione:<ul style="list-style-type: none"><li>▫ taglio erba nelle zone di stretta vicinanza alla proprietà;</li><li>▫ pulizia generale dell'impianto comprendente le strade interne;</li><li>▫ pulizia dei locali adibiti ad uso spogliatoio, sale comandi ed ufficio, svolta da personale esterno;</li><li>▫ interventi programmati sulle macchine per la movimentazione e sugli impianti di insufflaggio dell'aria e di depurazione delle emissioni in aria, svolti da ditte specializzate; piccoli interventi e operazioni di buona tenuta delle macchine, svolti direttamente dal personale interno.</li></ul></li></ul> |

## 2.2 – Discariche di RSU

| Ambiente di lavoro   | Attività   |
|--|--|
| <b>Area di costruzione della discarica</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- preparazione del cantiere e scavo;</li> <li>- allestimento discarica (messa in opera dei teli in HDPE e in TNT e dello strato drenante) con scarico dei materiali;</li> <li>- costruzione impianti di captazione biogas e percolato;</li> <li>- collaudi; chiusura dei lotti.</li> </ul>  |
| <b>Ufficio tecnico e pesa</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- registrazione automezzi in ingresso;</li> <li>- ricevimento e pesatura dei rifiuti.</li> </ul>  |
| <b>Area attiva della discarica</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di percorsi di accesso;</li> <li>- ricezione e messa a dimora dei rifiuti nel bacino;</li> <li>- movimentazione e compattazione dei rifiuti;</li> <li>- copertura giornaliera con terreno;</li> <li>- pulizia di mezzi e locali; manutenzione di mezzi con rimessaggio, di impianti e di apparecchiature;</li> <li>- rifornimento dei mezzi d'opera;</li> <li>- escavazione e trasporto della copertura.</li> </ul>   |
| <b>Sistema di collettamento e recupero energetico del biogas</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- verifica, regolazione, controllo, manutenzione di impianto di captazione biogas e recupero energetico;</li> <li>- scarico condense da tubi di captazione biogas;</li> <li>- manutenzione periodica delle soffianti; manutenzioni periodiche gruppo elettrogeno e impianto elettrico;</li> <li>- analisi in continuo di CH<sub>4</sub> ed O<sub>2</sub> in ingresso all'impianto;</li> <li>- deumidificazione, filtrazione ed invio alla combustione biogas (motore a combustione interna per la produzione di energia elettrica; torcia di emergenza).</li> </ul> |
| <b>Sistema di recupero e trattamento del percolato</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- prelievo ed asporto del percolato; campionamenti;</li> <li>- estrazione e smontaggio delle pompe di collettamento del percolato; asporto dello stesso in autocisterne dai punti di prelievo e stoccaggio nei serbatoi di raccolta;</li> <li>- manutenzione delle pompe di raccolta del percolato.</li> </ul>  |
| <b>In tutto l'impianto</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- supervisione e controllo;</li> <li>- manutenzione: <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ raccolta giornaliera buste e taglio erba, sia all'interno del cantiere sia nelle zone circostanti;</li> <li>▫ pulizia generale delle strade interne;</li> <li>▫ bagnatura delle strade interne;</li> <li>▫ pulizia di spogliatoi, uffici, mense;</li> <li>▫ pulizia degli attrezzi e dei mezzi di movimentazione;</li> <li>▫ interventi programmati sulle macchine per la movimentazione dei rifiuti durante le ore di fermo.</li> </ul> </li> </ul>                  |



### 3 – I rischi professionali

In questo capitolo sono presentate alcune situazioni potenzialmente dannose per la salute e la sicurezza degli addetti agli impianti di trattamento e di stoccaggio dei RSU, causate dalla presenza dei rischi:

- biologico;
- chimico;
- incendio – esplosione;
- punture o tagli;
- cadute delle persone o per caduta di oggetti;
- investimento o collisione tra mezzi;
- macchine;
- vibrazioni;
- stress termico, fatica o movimentazione di carichi.

Queste situazioni non sono state ancora ben studiate dalle Aziende e non appartengono del tutto alla cultura di “base” della sicurezza sul lavoro in questo settore produttivo.

Alcuni esempi delle situazioni di rischio sono descritti di seguito.

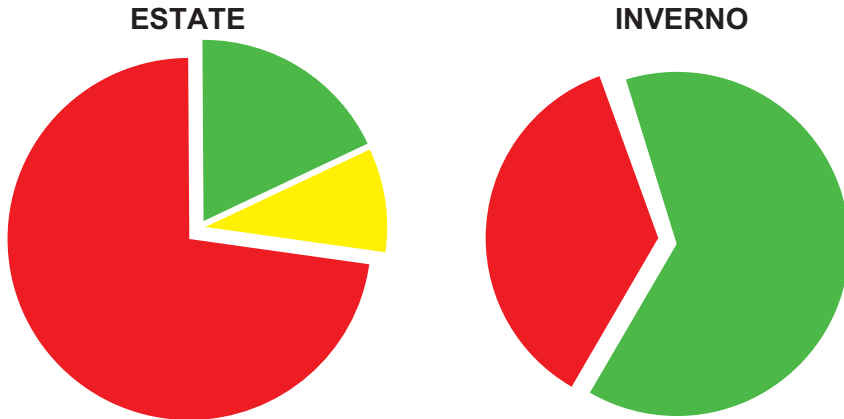
Sia negli impianti di trattamento di RSU sia in discarica, gli **agenti di rischio biologici** rendono critici tutti i luoghi analizzati, ivi compresi gli uffici, gli ambienti indoor dove non è prevista la compartimentazione e l'interno delle macchine operatrici, nei quali i livelli di contaminazione batterica e fungina sono spesso molto elevati ( $\gg 2000 \text{ UFC}^*/\text{m}^3$ ).

Un esempio dell'andamento dei livelli di contaminazione batterica in funzione della stagionalità è rappresentato nei grafici seguenti.

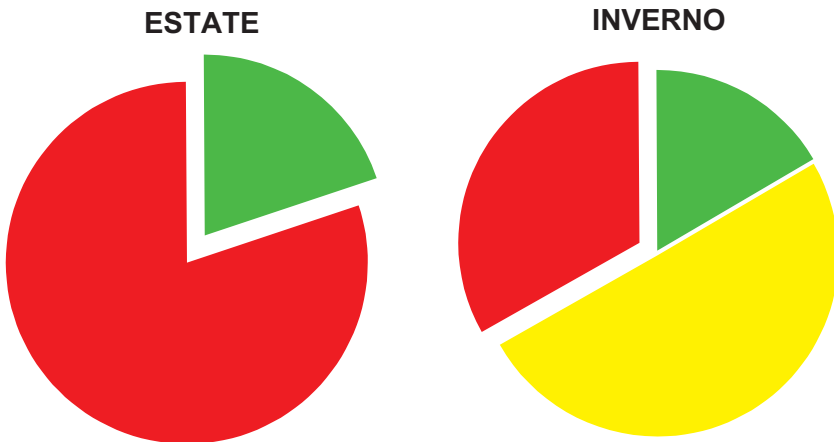
---

\* UFC = Unità Formanti Colonie

### Andamento stagionale della contaminazione batterica negli impianti di trattamento RSU



### Andamento stagionale della contaminazione batterica nelle discariche di RSU



Unità formanti colonie per m<sup>3</sup> di aria  
■ 0-500 UFC/m<sup>3</sup>    ■ 501-2000 UFC/m<sup>3</sup>    ■ >2000 UFC/m<sup>3</sup>

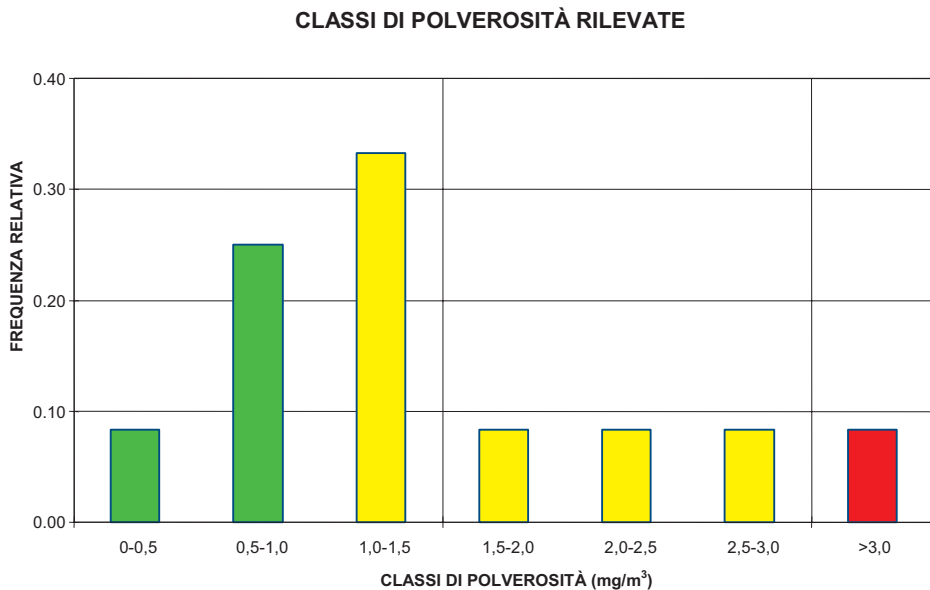
Nelle discariche e negli impianti di trattamento di RSU, i picchi di contaminazione sono raggiunti in estate, a causa delle elevate temperature che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi. In quasi tutte le aree sono stati, infatti, osservati valori maggiori di 2000 UFC/m<sup>3</sup>; negli uffici dotati di impianti di condizionamento dell'aria e opportunamente compartimentati sono stati registrati, al contrario, valori inferiori a 500 UFC/m<sup>3</sup>.

In inverno, invece, alti valori di contaminazione sono stati misurati soprattutto in aree critiche come le zone intorno alle vasche di deposito dei rifiuti e negli ambienti in cui sono trattati i rifiuti (ricezione, selezione, raffinazione).

Elevati livelli di **polverosità** e situazioni di rischio sono stati riscontrati in ambienti chiusi di ricezione, di selezione ed in prossimità dei nastri trasportatori, durante le operazioni di pulizia giornaliera; in ambienti aperti, sono stati riscontrati anche in aree vicine alle macchine operatrici.



I risultati di una serie di misure di polvere della frazione respirabile in un impianto di trattamento dei rifiuti, durante l'operazione di pulizia del locale raffinazione, sono rappresentati in termini di frequenza, per classi di polverosità ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) nel seguente grafico.

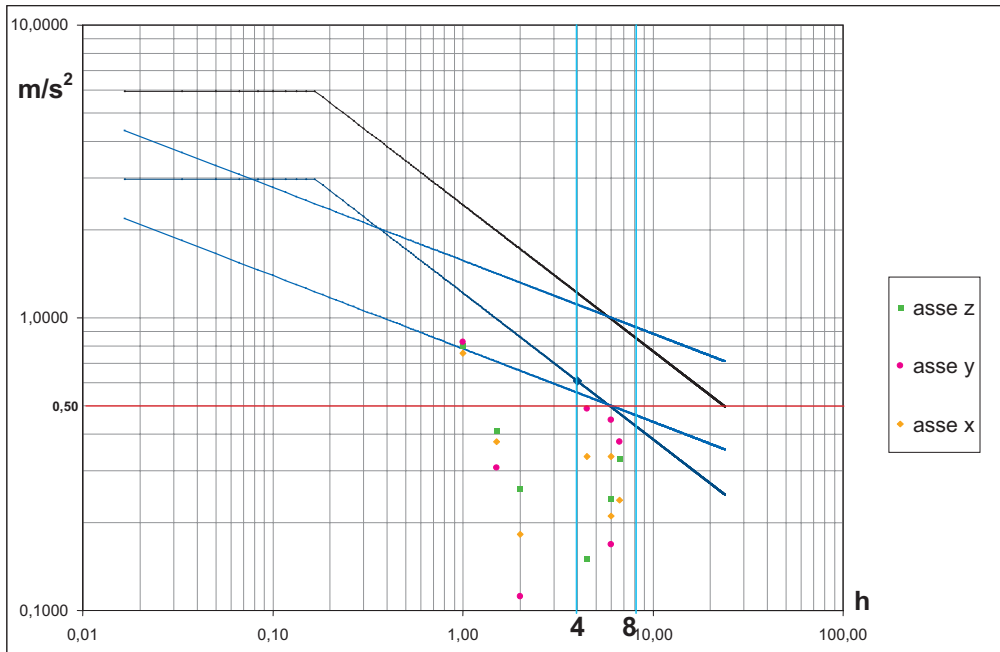


La Frequenza relativa è il numero di misure appartenenti alla classe in esame (intervallo di concentrazioni) rispetto al numero di misure totali.

Dalla lettura del grafico delle classi di polverosità emerge che:

- i bassi valori di concentrazione sono prevalenti, in accordo con la tipica distribuzione di inquinanti aerodispersi in ambienti di lavoro;
- la maggior parte delle misure (il 70% circa) è localizzata al di sotto della metà del valore limite di esposizione (TLV-TWA =  $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ ); di queste la metà delle misurazioni (33% del totale) si colloca a valori decisamente bassi (situazione verde);
- solo nell'8% dei casi (situazione rossa) è stato osservato il superamento del valore limite di esposizione.

Il rischio di esposizione a **vibrazioni** a corpo intero riguarda i conducenti dei mezzi di carico, scarico e trasporto e movimentazione e compattazione dei rifiuti e risulta abbastanza contenuto sui mezzi operanti nell'area attiva.



Valutazioni delle esposizioni a vibrazioni a corpo intero degli operatori su mezzi di movimentazione e trasporto RSU in discarica, tramite metodo base della ISO 2631-1 del 1997.

| DATI MISURAZIONI DISCARICA |       |         |         |         |         |         |
|----------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| MEZZO                      | TEMPO | Z       | Y       | X       | Y * 1,4 | X * 1,4 |
|                            | h     | $m/s^2$ | $m/s^2$ | $m/s^2$ | $m/s^2$ | $m/s^2$ |
| COMPATTATORE               | 4,50  | 0,15    | 0,35    | 0,24    | 0,49    | 0,34    |
| PALA 1                     | 1,50  | 0,41    | 0,22    | 0,27    | 0,31    | 0,38    |
| ESCAVATORE 1               | 6,00  | 0,24    | 0,12    | 0,15    | 0,17    | 0,21    |
| AUTOCARRO 1                | 1,00  | 0,80    | 0,59    | 0,54    | 0,83    | 0,76    |
| ESCAVATORE 2               | 2,00  | 0,26    | 0,08    | 0,13    | 0,11    | 0,18    |
| AUTOCARRO 2                | 6,65  | 0,33    | 0,27    | 0,17    | 0,38    | 0,24    |
| COMPATT. + PALA 1          | 6,00  | 0,24    | 0,32    | 0,24    | 0,45    | 0,34    |

Sono in ogni caso da tenere in considerazione i **rischi infortunistici** legati a possibili urti, abrasioni e contatti accidentali con materiale infetto.



Nella specifica sezione, contenute in una serie di schede, sono state raccolte le informazioni relative ai **rischi** descritti nelle diverse aree di lavorazione degli impianti analizzati.

Esse non sono esaustive di tutte le tipologie di rischio rilevate, pur offrendo un quadro piuttosto dettagliato, puntando decisamente l'attenzione sui rischi direttamente connessi alle attività svolte negli impianti analizzati.

Affinché il messaggio fosse più efficace, è stato scelto di non considerare altre tipologie di rischio, ad esempio il rischio elettrico, ben note e già radicate nella cultura “di base” della sicurezza sul lavoro.

Nelle schede sono stati utilizzati colori differenti per identificare i diversi tipi e le forme di rischi individuati.

## 4 – Sistemi di prevenzione e protezione

Il miglior modo di **tutelare la salute dei lavoratori**, a tutti i livelli, è possedere la conoscenza dei luoghi di lavoro, dei pericoli insiti nelle macchine, negli impianti e nelle attrezzature, delle operazioni svolte nonché la consapevolezza del proprio ruolo e delle proprie responsabilità all'interno dell'azienda.

La “**cultura della sicurezza**” non è un concetto astratto, ma un percorso collettivo, costante e quotidiano per salvaguardare l'individuo.

L'impiego ed il rispetto delle misure di prevenzione e protezione sono un dovere ed un diritto di ogni individuo, soprattutto in luoghi di lavoro in cui molteplici fattori di rischio possono sovrapporsi ed hanno la potenzialità di agire sinergicamente, producendo conseguenze per la popolazione e, a maggior ragione, per i lavoratori.

Questi ultimi, a tutti i livelli, devono essere informati dei **pericoli** e dei **rischi specifici** dell'azienda, in funzione dei **compiti**, delle **mansioni** e delle **responsabilità** di ciascuno per la tutela della salute e della sicurezza personale e di tutti.

Ogni lavoratore deve essere stato **addestrato** e **formato**, per svolgere le proprie mansioni in sicurezza e per affrontare le emergenze.

L'adozione di **Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)**, ben mantenuti e controllati, può contribuire alla protezione del singolo lavoratore dal contrarre patologie come l'ipoacusia, le allergie, le infezioni, i disturbi polmonari o le patologie tumorali.

Una corretta scelta degli strumenti e la progettazione del lavoro evitano o riducono una serie di stati patologici come disturbi osteo-articolari, o dovuti a stress termici o affaticamento, limitando contemporaneamente la possibilità di incidenti.

La **tutela dei lavoratori** deve tenere conto di diversi fattori di carattere sia tecnico sia organizzativo; di seguito ne è riportato un elenco non esaustivo di carattere generale:

- qualità dei rifiuti e dei materiali;
- tipologia delle sostanze chimiche utilizzate o presenti nell'impianto e delle emissioni gassose;
- macchine, impianti, attrezzature e dispositivi di sicurezza;

- viabilità interna all'insediamento industriale (stato delle piste, segnalazione e delimitazione delle aree di pericolo, delle vie e uscite di emergenza, informazione degli utenti);
- illuminazione generale dell'impianto;
- organizzazione ergonomica dei posti di lavoro;
- condizioni microclimatiche;
- procedure per la gestione delle emergenze e per il primo soccorso;
- strutture igieniche (spogliatoi, docce, lavabi...);
- registrazione degli infortuni e delle malattie professionali;
- sorveglianza sanitaria specifica;
- norme generali per la prevenzione incendi;
- stato di applicazione delle prescrizioni di sicurezza, con particolare riguardo a quelle relative ai cantieri temporanei e mobili.

#### 4.1 - Sistemi di prevenzione

*Nei riquadri successivi sono contenute indicazioni, estratte dalle schede di rischio, relative ai rischi specifici individuati. Il colore del riquadro è riferito alla scheda di rischio.*

##### Qualità dell'aria

Gli **ambienti chiusi**, dove siano presenti vapori o gas pericolosi per natura e per concentrazione, dovrebbero essere **dotati di sistemi di captazione e di aspirazione** capaci di mantenere l'ambiente in depressione e di convogliare l'aria in uscita verso impianti di depurazione.

*La via principale di esposizione agli agenti chimici gassosi è l'inalazione. Essa può provocare patologie respiratorie anche gravi*

Il sistema dovrebbe garantire:

- un **ricambio adeguato** rispetto alle dimensioni dell'ambiente ed all'emissione in esso di agenti nocivi;
- il **contenimento delle sostanze aerodisperse** entro valori tali da non produrre effetti dannosi per la salute.

Sui punti di emissione di polvere o in corrispondenza della fuoriuscita dei gas di scarico degli automezzi sarebbe opportuno predisporre aspiratori localizzati, dimensionati secondo le esigenze.



**Impianti di ventilazione** in grado di captare l'aria in ingresso da posizione sicura, lontana da contaminazioni sono necessari in **locali chiusi** destinati allo stazionamento del personale (cabine di automezzi, sale controllo, uffici, spogliatoi, ...); in alternativa, i locali possono essere dotati di **sistemi di filtrazione**. In ogni caso, tali ambienti dovrebbero essere mantenuti in sovrappressione, per impedire l'infiltrazione di agenti nocivi.

*I microrganismi possono essere trasportati in aria dalla polvere ed inalati, provocando nell'uomo infezioni, allergie ed affezioni respiratorie*

Sarebbe opportuno dotare i **bacini di ossidazione** di un **sistema di aspirazione** costante delle masse in biodegradazione per condurre quindi l'aria all'ideale sistema di depurazione.

Negli **uffici di ricezione e pesa in discarica**, solitamente ubicati in gabbiotti prefabbricati, sarebbe preferibile mantenere **porte e finestre chiuse** per evitare l'entrata della polvere, potenzialmente contaminata da microrganismi trasportati dai mezzi con i rifiuti, oltreché dei gas di scarico dei mezzi stessi.

In generale, la compartimentazione degli ambienti ed il conseguente isolamento sono di fondamentale importanza per garantire la salubrità dell'aria.

E' raccomandabile situare gli **uffici amministrativi** o, comunque, destinati al personale non direttamente coinvolto nel processo, in **aree separate** e distanti dagli ambienti operativi.

### Ambienti di lavoro

L'allestimento di **postazioni di lavoro ergonomiche sui mezzi per la movimentazione dei materiali** è particolarmente indicato per evitare problemi muscolo-scheletrici agli addetti.

*I veicoli per il trasporto e la movimentazione dei rifiuti possono indurre esposizione a vibrazioni, anch'esse causa di patologie*

La creazione di **zone filtro** prima degli accessi a sale controllo, uffici e spogliatoi e la netta compartimentazione degli ambienti riducono la diffusione della contaminazione dovuta ad agenti microbiologici.

I **nastri trasportatori** dovrebbero essere dotati, nei tratti di raccordo, di **dispositivi di captazione** di polveri e di

*L'inalazione di polveri avviene negli ambienti in cui i rifiuti sono manipolati e movimentati*

**tunnel di segregazione** al fine di limitarne la dispersione.

L'installazione di nastri trasportatori opportunamente segregati, dove tecnicamente possibile, può limitare sia il rischio di intrappolamento o perdita di materiali sia il peggioramento dello stato di pulizia degli ambienti.

Mantenere in buone condizioni la pavimentazione degli ambienti di lavoro al chiuso evita l'accumulo e la diffusione di polvere, oltre a ridurre i rischi di scivolamento e di cadute.



*Nastro trasportatore*

Nei **bacini di ossidazione**, l'**automazione** delle operazioni di movimentazione dei rifiuti ed un **programma di manutenzione** dettagliato delle attrezzature, per evitare guasti imprevisti durante le normali operazioni, limitano il numero di accessi necessari in tali zone, riducendo i rischi di natura biologica, chimica e fisica (microclima).

Le sale controllo, climatizzate, dovrebbero essere mantenute separate dalle rispettive aree di lavorazione.

E' preferibile proteggere i sistemi di videosorveglianza dalla polvere e renderli accessibili senza rimuovere le coperture dei nastri trasportatori o delle macchine.

### Sicurezza degli impianti

Misure preventive generali convergono nell'automazione degli impianti e dei processi.

Nei settori di **impianto indoor**, controlli visivi continui dalla sala comandi, attraverso **telecamere a circuito chiuso**, consentono di seguire le operazioni di ricezione e di trattamento e di controllare l'intero processo, fino al conferimento del prodotto stabilizzato alla raffinazione, limitando l'intervento "manuale" degli operatori.

Il grado di automazione è più elevato negli impianti di trattamento che prevedono lo scarico dei rifiuti in ingresso all'interno di vasche interrato. In tal caso, infatti, la movimentazione del materiale verso il successivo trattamento non necessita della presenza di operatori, a differenza degli impianti in cui i rifiuti sono

depositati in cumuli, necessariamente movimentati tramite pale meccaniche.

In generale, sono necessari:

- **sistemi di arresto** delle macchine in caso di conferimento non conforme di materiali;
- **tritutori a basso numero di giri** per ridurre la possibilità di formazione di scintille per attrito;
- **installazione di rilevatori di fumo**;
- **segnaletica di sicurezza** adeguata ai pericoli presenti e alle norme generali di prevenzione incendi.

E' necessario adottare **soluzioni tecnico-organizzative** per la **gestione della circolazione degli automezzi** sia esternamente che internamente agli impianti (semafori, apertura delle porte del capannone gestita automaticamente per consentire l'ingresso di un numero massimo di veicoli, aree di rispetto per le manovre).

Analoghe procedure di circolazione devono essere adottate durante la movimentazione dei mezzi nell'area attiva della discarica.

I sistemi di aspirazione, trattamento e compressione del biogas sono fonti di incendi ed esplosioni: è necessario adottare **misure atte a impedire la formazione di atmosfere esplosive** (saturazione con gas inerte, installazione di esplosimetri, ecc.) e la loro ignizione (impianti elettrici antideflagranti, arnesi antiscintilla, arrestatori di fiamma sugli automezzi, ecc.).



*Operazioni di pulizia all'interno del trituratore*

## Mezzi di trasporto e di movimentazione rifiuti

La legislazione italiana, in recepimento delle numerose direttive comunitarie genericamente indicate con la denominazione “**Direttiva macchine**”, impone **adempimenti** molto precisi per le macchine utilizzate negli ambienti di lavoro.

In estrema sintesi:

- 1) le macchine nuove devono essere marcate CE (dichiarazione di conformità, libretto d’uso e manutenzione);
- 2) nel caso di macchine commercializzate prima del ’96, queste devono essere marcate CE solo se modificate in termini di finalità d’uso.

I mezzi di trasporto devono essere dotati di:

- dispositivo di sicurezza antisganciamento accidentale di funi, catene, ecc.;
- freni per l’arresto del mezzo e del carico;
- dispositivi di segnalazione, acustici e luminosi, per l’avviamento e la zona di manovra;
- fine corsa e sistemi antiscarrucolamento;
- possibilità di imbracatura dei carichi;
- posti di manovra facilmente e sicuramente raggiungibili che garantiscano ottima visibilità di tutta la zona operativa con comandi disposti in modo da evitare l’avviamento accidentale involontario;
- dispositivi di controllo in efficienza e protetti contro azionamenti accidentali e non voluti;
- comandi identificabili con indicazioni chiare e facilmente comprensibili.

La riparazione, l’impiego e la manutenzione degli **automezzi** devono essere eseguiti in conformità a quanto stabilito dal **manuale di istruzione**, sempre a disposizione dell’utilizzatore, dalla consegna della macchina all’utilizzo ed alla manutenzione.

La **movimentazione dei rifiuti nell’area attiva di scarica** deve avvenire secondo le seguenti **modalità**:

- l’inclinazione dello sbancamento deve essere tale da evitare scoscendimenti;

**D.P.R. n° 459 del 24 luglio 1996**  
*“Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine*”

- è vietata la sosta a macchine e persone nelle vicinanze del piede e lungo l'orlo della parete;
- è vietato il transito a macchine e persone nelle vicinanze del piede e lungo l'orlo della parete;
- gli escavatori devono essere adeguati all'altezza del fronte delle balle dei rifiuti;
- la circolazione degli automezzi deve rispettare le procedure, in particolare in caso di contemporaneità di azioni (scarico, movimentazione e compattazione).

Negli impianti di trattamento RSU la movimentazione dei rifiuti può avvenire con autocarri, qualora sia previsto lo stoccaggio preliminare in cumuli, quindi avviati, successivamente, al trattamento.

Gli operatori adibiti al carico e scarico ed alla **movimentazione dei rifiuti**, sia in discarica sia negli impianti di trattamento RSU, dovrebbero eseguire le operazioni di movimentazione con finestrini chiusi in una **cabina con climatizzazione e filtrazione dell'aria** adeguata e in funzione.

La **seduta** della postazione dovrebbe rispettare i principi ergonomici ed essere idonea ad attutire le possibili **vibrazioni** del mezzo.

### Manutenzione

Per garantire un livello di sicurezza adeguato sui luoghi di lavoro, la **manutenzione** dovrebbe essere **programmata** al fine di mantenere elevato il livello di efficienza ed efficacia di macchine, attrezzature ed impianti.

Gli interventi programmati possono essere effettuati:

- in funzione del tempo di utilizzo e della durata/vita utile di componenti, fluidi, parti accessorie o degli eventi accaduti;
- per esigenze produttive o per prescrizioni legislative.

La manutenzione può essere straordinaria, per richiami del produttore o in funzione delle condizioni di utilizzo, per effettuare azioni preventive per usi imprevisti o straordinari, ovvero a rottura, per guasti improvvisi, incidenti o cedimenti per deterioramento.

In tutti i casi, gli **interventi di manutenzione** devono essere **registrati** e **realizzati** da **personale esperto ed addestrato**, secondo schemi, regole e prescrizioni, chiare, diffuse e condivise a tutti i livelli.

L'esecuzione della **manutenzione** deve essere effettuata a **macchine ferme** o con **misure straordinarie** se gli impianti

rimangono in funzione, soprattutto nelle situazioni in cui è necessario il coordinamento tra imprese diverse, o per attività contemporanee.

**Precauzioni generali di sicurezza** per gli interventi su macchine ed impianti sono:

- distacco della forza motrice elettrica;
- distacco della corrente elettrica;
- distacco dei gas/fluidi di servizio;
- deviazioni o chiusure flussi acqua;
- allerta distaccamento VVF interni/esterni;
- allerta impianti esterni e comunicazione alle autorità civili locali;
- bonifica con gas inerti di condotte, recipienti, attrezzature, locali nei quali possano essere presenti vapori, gas o polveri suscettibili di incendio o di formare atmosfere esplosive.

In ogni caso **la manutenzione non può essere improvvisata** e necessita di precise **procedure operative** che indichino, anche nelle situazioni di emergenza, le mansioni specifiche, le modalità di esecuzione dell'intervento, i dispositivi di protezione individuale o collettiva da adottare, i controlli ed il personale in appoggio ed i mezzi di salvataggio da predisporre.

Particolare attenzione deve essere riservata agli impianti di captazione e trattamento del biogas e del percolato.

La **qualità del biogas** deve essere **controllata periodicamente**; è raccomandabile una misura continua del contenuto di ossigeno nei punti critici dei sistemi per prevenire il verificarsi di incendi ed esplosioni. La condensa dei tubi deve essere scaricata almeno quotidianamente.

Deve essere prevista una procedura per la valutazione periodica dello stato di corrosione delle condotte esposte a gas acidi umidi.

Un programma periodico di manutenzione deve essere previsto ed attuato per i seguenti componenti di impianto:

- soffianti (ingrassaggio, registrazione delle cinghie, revisione delle tenute);
- gruppo elettrogeno;
- impianto elettrico;

*Oltre al biogas, materiali infiammabili ed esplosivi sono residui combustibili nei rifiuti e polveri di CDR. L'ignizione può avvenire per scariche elettrostatiche o per guasti, sovraccarichi e corto circuiti negli impianti elettrici*

- trituratore;
- coclee;
- nastri trasportatori.

Presse e imballatrici devono poter essere accessibili per ispezioni prima di ogni avviamento; inoltre, è necessario che siano presenti dispositivi per prevenire la proiezione di oggetti durante il normale funzionamento.

La **torcia per il biogas** costituisce, primariamente, un apparato di sicurezza oltre che un sistema per lo smaltimento di portate eccedenti le capacità dei sistemi di trattamento.

Tenendo in conto sia della specificità della funzione della torcia sia degli interventi necessari per la messa in sicurezza degli apparati ad essa collegati, le operazioni di **manutenzione** e revisione della torcia devono essere opportunamente **programmate**.

Deve essere verificata frequentemente la funzionalità dei sistemi di ignizione e della relativa riserva di combustibile per gli eventuali bruciatori pilota.

### Organizzazione del lavoro

Nelle **aree di lavoro e di transito**, occorre procedere a:

- applicazione di cartellonistica di sicurezza;
- adozione di dispositivi di controllo per impedire l'accesso alle aree di lavoro a persone non autorizzate;
- installazione di segnali di pericolo per macchine semoventi;
- applicazione di segnali di obbligo per le manovre e per l'uso di DPI;
- applicazione di segnali di divieto;
- elaborazione di procedure per la circolazione dei mezzi di movimentazione rifiuti e di trasporto, al fine di evitare manovre pericolose;
- applicazione di procedure per evitare la presenza di persone nell'area di lavoro dei mezzi meccanici;
- delimitazione delle aree di rispetto delle macchine durante il funzionamento;
- recinzioni per impedire l'accesso accidentale in aree esposte a forte radiazione termica (torcia biogas).

Inoltre, è vietato mangiare, bere e fumare nei luoghi in cui sono svolte le lavorazioni sui rifiuti.

E' importante **progettare** adeguati **processi lavorativi** che comportino:



- la minima manipolazione e movimentazione diretta dei rifiuti da parte degli operatori;
- l'adozione di procedure per il trasporto e la manipolazione in condizioni di sicurezza di materiale contaminato da agenti biologici all'interno ed al di fuori dell'area di lavoro;
- l'impiego di indumenti protettivi idonei, da riporre in luoghi separati dagli abiti civili.

Gli **attrezzi manuali** devono essere mantenuti costantemente puliti ed in efficienza, sostituendo quelli in cattivo stato di conservazione, e vanno riposti immediatamente e sempre nelle apposite custodie quando inutilizzati.

La manipolazione delle attrezzature deve essere effettuata indossando opportuni DPI.

La **verifica della pulizia** degli ambienti chiusi (uffici, sale controllo, spogliatoi, mense, servizi, zone filtro, ma soprattutto sale ricezione e trattamento dei rifiuti), degli impianti, delle attrezzature di lavoro, dei DPI, degli automezzi utilizzati nella movimentazione dei materiali e delle macchine deve essere continua allo scopo di limitare il **rischio di natura biologica**.

L'adozione di sistemi "lavasciuga" o di motospazzatrici per la **pulizia degli ambienti** è ritenuta più idonea per limitare la dispersione di polveri; analogamente, sono da preferire sistemi "ad umido" per la **pulizia delle macchine operatrici**.

La compartimentazione degli ambienti riguarda anche gli spogliatoi degli operatori; tali interventi servono a **separare l'ambiente "sporco"**, in cui sono conservati gli indumenti da lavoro, **dall'ambiente "pulito"** per gli abiti civili.

A causa delle sfavorevoli condizioni microclimatiche nei **bacini di ossidazione**, gli operatori addetti ad **interventi manutentivi** devono indossare gli idonei DPI (indumenti a perdere) e autorespiratore, se necessario, e fare uso della doccia a fine operazione oltre ad usufruire di adeguate pause.

*Gli uffici, le sale controllo ed i luoghi di riunione possono essere biocontaminati da microrganismi trasportati dall'esterno da oggetti, indumenti e parti del corpo, precedentemente entrati in contatto con i rifiuti.*

La problematica della riduzione dell'**infestazione di insetti** e del contenimento di specie murine (ratti, topi) può essere affrontata mediante un'accurata pulizia degli ambienti e periodiche campagne di disinfestazione. Deve essere, inoltre, perseguita la riduzione dei



tempi di stazionamento dei RSU nell'area, mantenendo i cumuli di materiale in fase di stabilizzazione a temperature che non favoriscono lo sviluppo e la **riproduzione delle larve delle mosche**. In particolare, sarebbe opportuno che la temperatura necessaria per innescare i processi di biotrasformazione fosse raggiunta nel più breve tempo possibile.

Nelle discariche sono necessarie campagne di derattizzazione effettuate da ditte specializzate, al fine di evitare il contatto accidentale, l'ingestione o l'inalazione di agenti biologici, originati o diffusi da questi **roditori**, pericolosi per la salute dell'uomo.

#### 4.2 - Sistemi di protezione

L'adozione di **sistemi di protezione collettiva**, come le aree di rispetto attorno alle macchine in funzione, vie delimitate per il transito dei mezzi, adeguate distanze di sicurezza dalle torce, i microinterruttori di sicurezza, le segnalazioni acustiche e luminose di avvertimento **possono evitare infortuni gravi o mortali**. Efficaci sistemi di controllo e sicurezza sono fondamentali soprattutto durante le fasi di pulizia e manutenzione, dove l'automazione, ormai attuata nella maggior parte degli impianti di nuova concezione, viene meno ed interviene manualmente l'operatore.

È la sensibilizzazione alla tutela della salute e sicurezza che impedisce che tali sistemi siano resi inefficaci, manomessi o evitati.

**DPI idonei**, ben mantenuti, sull'uso dei quali i **lavoratori** devono essere  **informati e formati**, ovvero addestrati come previsto per gli autorespiratori,  **aumentano il livello di sicurezza** in tutti i reparti e, principalmente, nello svolgimento di operazioni di pulizia e manutenzione. L'idoneità ed un attento controllo circa l'impiego dei DPI sono fondamentali al fine di proteggere gli operatori dal rischio biologico e dagli infortuni da taglio o puntura con oggetti infetti.

**D. Lgs. n° 626 del 19/09/1994**

**Art. 3**

Le misure generali per la protezione della salute e per la sicurezza dei lavoratori sono:

...

g) priorità delle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;

...

**D. Lgs. n° 10 del 02/01/1997**

*Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CEE relative ai dispositivi di protezione individuale.*

La **fornitura individuale** per ogni operatore deve comprendere al minimo:

- facciale filtrante FFP1 per la polvere (a perdere);
- calzature antinfortunistica con suola antiscivolo e puntale rinforzato;
- tuta in Tyvek® (a perdere);
- guanti antitaglio;
- cuffie o tappi auricolari;
- elmetto;
- occhiali paraschizzi o visiera;
- cintura di trattenuta in caso di lavori, anche di manutenzione, effettuati in quota;
- autorespiratore, per gli interventi in aree fortemente contaminate o con basso tenore di ossigeno e alta concentrazione di altri gas (bacino di bioessiccazione).



*DPI per i rischi biologici*

Nella seguente specifica sezione, contenente una serie di schede già descritte nel Cap. 3, sono state raccolte le informazioni relative ai **sistemi di prevenzione e protezione** che possono essere adottati per ridurre i rischi individuati nelle aree di lavorazione degli impianti analizzati.

## 5 – Le schede di rischio e dei sistemi di prevenzione e di protezione



## RISCHIO BIOLOGICO

### *Agenti biologici*

**BATTERI** (enterococchi, *S. aureus*, ecc.)

**VIRUS** (virus enterici, HBV, ecc.)

**FUNGHI** (*Aspergillus*, ecc.)

**PARASSITI**

**ALLERGENI**

### *Vie principali di esposizione*

**INALAZIONE**

**CONTATTO**



### *Effetti sulla salute*

**INFEZIONI VIRALI E BATTERICHE**

**MICOSI**

**ALLERGIE**

### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

**SALE COMANDI ED UFFICIO RICEZIONE**

**VASCA DI RACCOLTA**

**TRITURATORE**

**VASCA DI BIOESSICCAZIONE**

**RAFFINAZIONE**



### *Aree critiche in discarica*

**AREA DI COSTRUZIONE DISCARICA**

**UFFICIO TECNICO E PESA**

**AREA ATTIVA DISCARICA**

**SISTEMA DI COLLETTAMENTO E RECUPERO ENERGETICO BIOGAS**

**SISTEMA DI RECUPERO E TRATTAMENTO DEL PERCOLATO**



## **RISCHIO BIOLOGICO**

### ***Sistemi di prevenzione***

#### **Automazione di impianti e processi**

**Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato** dell'aria inquinata

**Aspirazione da posizione sicura o filtrazione** dell'aria immessa nei locali di riposo

**Compartimentazione** degli ambienti di lavoro e delle strutture igieniche

**Separazione** degli uffici amministrativi

**Pulizia “ad umido”** degli ambienti

Periodiche campagne di **disinfezione, disinfestazione e derattizzazione**

**Divieto** di mangiare, bere e fumare nei luoghi in cui sono svolte le lavorazioni sui rifiuti

**Formazione ed informazione** sull'uso di DPI

### ***Sistemi di protezione***

**Uso** di DPI idonei

- facciale filtrante
- tuta in Tyvek® (a perdere)
- guanti antitaglio
- occhiali paraschizzi o visiera
- autorespiratore, per interventi in aree fortemente contaminate o a basso tenore di O<sub>2</sub>



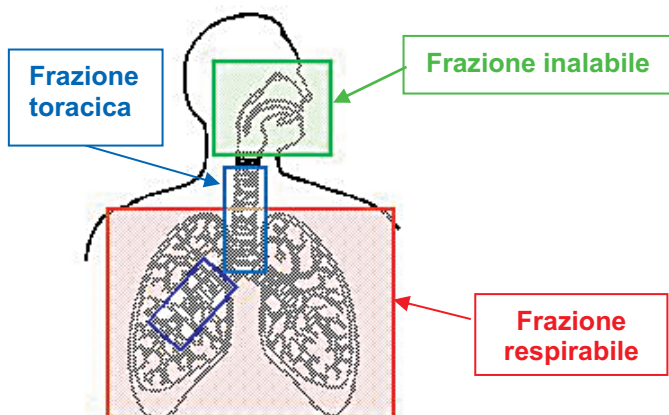
# RISCHIO CHIMICO (1)

## *Agenti chimici*

**POLVERI (frazione respirabile)**

## *Vie principali di esposizione*

**INALAZIONE**



## *Effetti sulla salute*

**PATOLOGIE RESPIRATORIE**

## *Aree critiche negli impianti di trattamento*

**TRITURATORE**

**RAFFINAZIONE**

**RICEZIONE/SELEZIONE**



## *Aree critiche in discarica*

**COMPATTATORE**

**ESCAVATORE**

**BACINO**



# RISCHIO CHIMICO (1)

## *Sistemi di prevenzione*

**Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato** dell'aria inquinata

**Aspirazione da posizione sicura o filtrazione** dell'aria immessa nei locali di riposo

**Compartimentazione** delle aree polverose

**Separazione** degli uffici amministrativi

**Pulizia “ad umido” e/o con aspirazione** degli ambienti

**Segregazione dei nastri trasportatori**

## *Sistemi di protezione*

**Uso** di DPI idonei

- Maschere filtranti e indumenti a perdere
- Occhiali o schermo per il viso



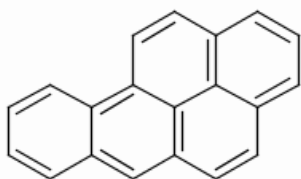
## RISCHIO CHIMICO (2)

### *Agenti chimici*

#### **COMPOSTI GASSOSI:**

- COV (Composti Organici Volatili)
- CO e CO<sub>2</sub>

#### **IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)**



### *Vie principali di esposizione*

#### **INALAZIONE**

### *Effetti sulla salute*

**TUMORI**

**PATOLOGIE RESPIRATORIE (acute e croniche)**

### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

**REPARTO RICEZIONE/SELEZIONE**

**VASCA DI RACCOLTA**

**VASCA DI BIOESSICCAZIONE**

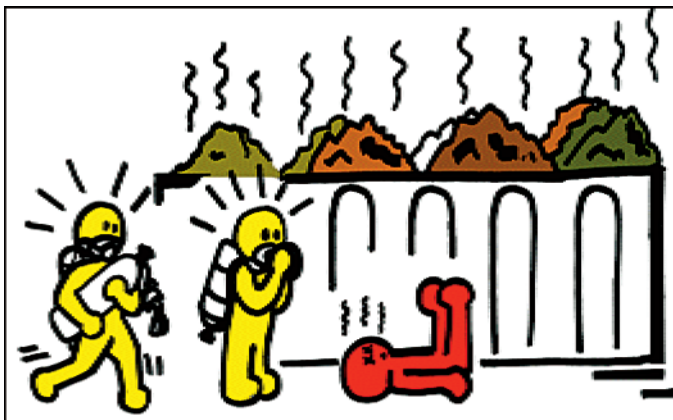
**RAFFINAZIONE**

### *Aree critiche in discarica*

**AREA ATTIVA DISCARICA**

**SISTEMA COLLETTAMENTO E RECUPERO ENERGETICO BIOGAS**

**SISTEMA RECUPERO E TRATTAMENTO PERCOLATO**





## **RISCHIO CHIMICO (2)**

### ***Sistemi di prevenzione***

**Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato** dell'aria inquinata

**Contenimento delle emissioni di composti gassosi**

**Regolazione** della circolazione degli automezzi negli ambienti indoor

**Separazione** degli uffici amministrativi

### ***Sistemi di protezione***

**Uso** di DPI idonei

- Maschere filtranti
- Guanti
- Autorespiratore per interventi in aree critiche



## RISCHIO RUMORE

### *Effetti sulla salute*

**IPOACUSIE**

### *Effetti generali*

**RIDUZIONE DEL LIVELLO DI ATTENZIONE**



### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

**MEZZI DI MOVIMENTAZIONE (guidatori)**

**TRITURATORE (addetti controllo)**

**OPERAZIONI DI PULIZIA**

### *Aree critiche in discarica*

**MEZZI DI MOVIMENTAZIONE**

**AREA ATTIVA DISCARICA**

---

## RISCHIO VIBRAZIONI (CORPO INTERO)

### *Effetti sulla salute*

**PATOLOGIE  
MUSCOLOSCELETRICHE  
(SCHIENA, SPALLE)**



### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

**MEZZI DI MOVIMENTAZIONE (guidatori)**

### *Aree critiche in discarica*

**MEZZI DI MOVIMENTAZIONE (guidatori)**



## **RISCHIO RUMORE**

### ***Sistemi di prevenzione***

**Automazione** di impianti e processi

**Manutenzione** impianti e apparecchiature

**Manutenzione** mezzi di movimentazione

### ***Sistemi di protezione***

**Uso di DPI idonei** (cuffie o tappi auricolari)

---

## **RISCHIO VIBRAZIONI (CORPO INTERO)**

### ***Sistemi di prevenzione***

Allestimento di **postazioni di lavoro ergonomiche sui mezzi per la movimentazione dei materiali**

**Manutenzione** mezzi di movimentazione

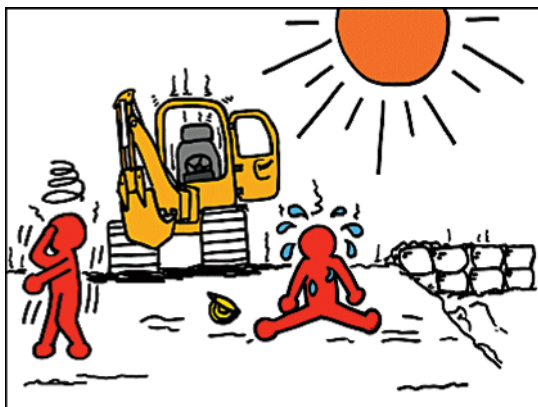
Turni di riposo

## MICROCLIMA

### *Situazioni di rischio*

TEMPERATURE ELEVATE O  
MOLTO BASSE

ELEVATA UMIDITÀ



### *Effetti sulla salute:*

CALORE: COLPO DI CALORE

FREDDO: IPOTERMIA

FREDDO CON USO DI STRUMENTI  
VIBRANTI E PRESA SCORRETTA:  
SINDROME DI RAYNAUD

### *Effetti generali:*

CALO DELL'ATTENZIONE

AFFATICAMENTO

### *Aree critiche in discarica*

AREE ALL'APERTO

### *Aree critiche negli impianti trattamento*

VASCHE DI RAFFINAZIONE

OPERAZIONI ALL'APERTO

---

## FATICA FISICA

### *Situazioni di rischio*

ATTIVITÀ FISICA PESANTE E PROLUNGATA

### *Effetti generali*

AFFATICAMENTO

PERDITA DI CONCENTRAZIONE

### *Aree critiche*

GUIDA MEZZI DI MOVIMENTAZIONE E TRASPORTO

OPERAZIONI DI PULIZIA E MANUTENZIONE

## MICROCLIMA

### *Sistemi di prevenzione*

**Installazione di impianti di condizionamento nei mezzi di movimentazione dei materiali**

**Turnazione delle mansioni**

### *Sistemi di protezione*

**Uso di idoneo abbigliamento**

---

## FATICA FISICA

### *Sistemi di prevenzione e protezione*

**Turnazione delle mansioni**

**Adozione di idonei strumenti ed attrezzature per lo svolgimento del lavoro**

## MACCHINE

### *Movimentazione e Trasporto*

AUTOMEZZI ADIBITI ALLA RACCOLTA  
BENNE E AUTOGRU MOTORIZZATE  
NASTRI TRASPORTATORI  
CONVOGLIATORI A COCLEA

### *Trattamento Rifiuti / Valorizzazione Biogas*

MULINI - TRITURATORI  
VAGLI ROTANTI  
IMBALLATRICI – PRESSE  
VENTILATORI – COMPRESSORI  
IMPIANTI ELETTROGENI A BIOGAS



### *Effetti dannosi*

CONTUSIONI, DISTORSIONI,  
FRATTURE, ABRASIONI,  
TRAUMI, SCHIACCIAMENTI,  
AMPUTAZIONI



### *Aree critiche in discarica*

AREA ATTIVA DISCARICA  
AREE DI MOVIMENTAZIONE AUTOMEZZI  
IMPIANTI DI DISIDRATAZIONE,  
COMPRESSIONE, VALORIZZAZIONE BIOGAS

### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

SALA SELEZIONE  
VASCA DI RACCOLTA  
TRITURATORE  
VASCA DI BIOESSICCAZIONE  
RAFFINAZIONE  
AREE DI MOVIMENTAZIONE AUTOMEZZI  
SISTEMI DI ABBATTIMENTO ODORI



## MACCHINE

### *Sistemi di prevenzione*

#### **Adozione di macchine con marcatura CE**

Adozione di **mezzi di trasporto** equipaggiati di:

- dispositivo di sicurezza antiscarrucamento accidentale di funi, catene, ecc.
- freni per l'arresto del mezzo e del carico
- dispositivi di segnalazione, acustici e luminosi, per l'avviamento e la zona di manovra
- fine corsa e sistemi antiscarrucamento
- possibilità di imbracatura dei carichi
- posti di manovra facilmente e sicuramente raggiungibili che garantiscano ottima visibilità di tutta la zona operativa con comandi disposti in modo da evitare l'avviamento accidentale involontario
- dispositivi di controllo in efficienza e protetti contro azionamenti accidentali e non voluti
- comandi identificabili con indicazioni chiare e facilmente comprensibili

**Regolazione** della circolazione degli automezzi

**Divieto di sosta e transito** nelle aree di manovra delle macchine

### *Sistemi di protezione*

Privilegiare **sistemi di protezione collettiva** rispetto ai sistemi di protezione individuale

**Creazione di aree di rispetto** attorno alle macchine in funzione

## RISCHI PER LA SICUREZZA (1)

### **Cadute** *Situazioni di rischio*

PRESENZA DI DISLIVELLI  
PRESENZA DI IRREGOLARITÀ NELLA PAVIMENTAZIONE  
SCALE E PASSERELLE

### **Urti contro oggetti** *Situazioni di rischio*

PRESENZA DI PARTI SPORGENTI  
PRESENZA DI MATERIALE NELLE ZONE DI PASSAGGIO

### **Cadute di oggetti** *Situazioni di rischio*

PRESENZA DI FRAMMENTI A TERRA  
MANIPOLAZIONE DI MATERIALE SFUSO

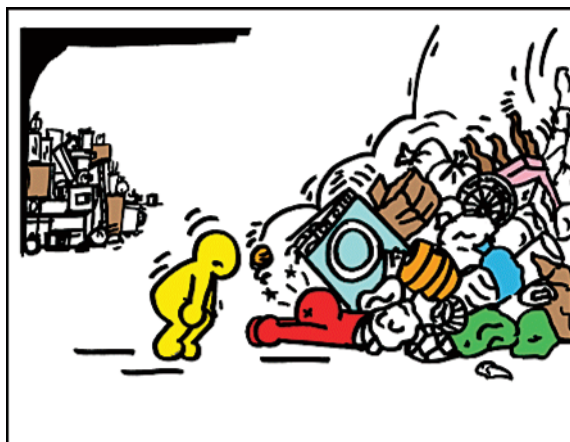
### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

TUTTI I SETTORI DURANTE LE OPERAZIONI  
DI MANUTENZIONE E DI PULIZIA



### *Aree critiche in discarica*

TUTTI I SETTORI  
DURANTE LE OPERAZIONI  
DI MANUTENZIONE E DI PULIZIA



### *Effetti dannosi*

CONTUSIONI, DISTORSIONI,  
FRATTURE, ABRASIONI,  
TRAUMI, SCHIACCIAMENTI,  
AMPUTAZIONI



## **RISCHI PER LA SICUREZZA (1)**

### ***Sistemi di prevenzione***

**Automazione di impianti e processi**

**Segregazione dei nastri trasportatori**

**Pulizia e manutenzione della pavimentazione**

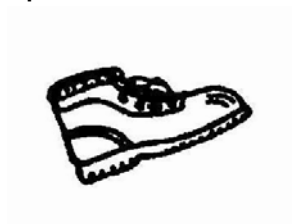
**Sistemi di arresto** delle macchine in caso di conferimento non conforme di materiali

**Adozione di macchine con marcatura CE**

### ***Sistemi di protezione***

**Uso di idonei DPI**

- scarpe antinfortunistica con suola antiscivolo e puntale rinforzato
- guanti antitaglio
- elmetto
- visiera
- cintura di trattenuta in caso di lavori, anche di manutenzione, effettuati in quota



## RISCHI PER LA SICUREZZA (2)

### **Punture e tagli**

#### *Situazioni di rischio*

PRESENZA DI FRAMMENTI A TERRA  
MANIPOLAZIONE DI MATERIALE SFUSO  
CONTATTO TRAUMATICO CON RIFIUTI



#### *Effetti sulla salute*

FERITE  
INFEZIONI

#### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

AREE DI TRANSITO MEZZI  
ZONA DI RACCOLTA  
OPERAZIONI DI MANUTENZIONE  
OPERAZIONI DI PULIZIA

#### *Aree critiche in discarica*

AREA ATTIVA DISCARICA  
OPERAZIONI DI MANUTENZIONE  
OPERAZIONI DI PULIZIA



## **RISCHI PER LA SICUREZZA (2)**

### ***Sistemi di prevenzione***

**Automazione** di impianti e processi

**Limitazione della manipolazione diretta** dei rifiuti da parte degli operatori

**Limitazione del tempo di stazionamento** dei rifiuti prima del trattamento

**Manutenzione e pulizia degli attrezzi manuali;** conservazione in apposite custodie se inutilizzati

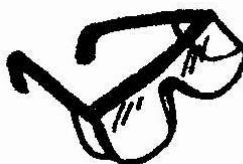
**Rimozione** di frammenti sparsi

**Uso di idonei DPI durante la manutenzione e la pulizia degli ambienti**

### ***Sistemi di protezione***

**Uso** di idonei DPI

- scarpe antinfortunistica con suola antiscivolo e puntale rinforzato
- guanti antitaglio
- elmetto
- occhiali
- paraschizzi o visiera



## INCENDI ED ESPLOSIONI

### *Materiali infiammabili e esplosivi*

POLVERI DI CDR SECCHE

GAS DA DIGESTIONE MICROBIOLOGICA

MATERIALI COMBUSTIBILI NEI RIFIUTI

### *Fonti di ignizione*

SCARICHE ELETTROSTATICHE

PARTI CALDE DI MACCHINE  
O APPARECCHIATURE

IMPIANTI ELETTRICI



### *Effetti dannosi*

USTIONI

INTOSSICAZIONI DA FUMO

### *Aree critiche negli impianti di trattamento*

SALA SELEZIONE

VASCA DI RACCOLTA

TRITURATORE

VASCA DI BIOESSICCAZIONE

RAFFINAZIONE

### *Aree critiche in discarica*

AREA ATTIVA DISCARICA

SISTEMA DI COLLETTAMENTO  
E RECUPERO ENERGETICO  
DEL BIOGAS



## **INCENDI ED ESPLOSIONI**

### ***Sistemi di prevenzione***

**Captazione, aspirazione, depurazione e ricambio adeguato** dell'aria in zone dove siano presenti infiammabili (gas di decomposizione biologica, vapori o polveri secche)

**Riduzione di scintille e surriscaldamenti** prodotti da macchine e impianti in aree dove siano presenti infiammabili o soggette alla formazione di atmosfere esplosive

Adozione di **impianti elettrici antideflagranti**

**Saturazione** con gas inerti delle condotte di aspirazione del biogas

**Sistemi di collettamento, scarico di emergenza e combustione** (torcia) del biogas

Adozione di **sistemi di rivelazione e allarme**

Predisposizione di **recinzioni e distanze di sicurezza** intorno alle aree soggette a pericolo di incendi e a forte irraggiamento termico

### ***Sistemi di protezione***

Adozione di **sistemi di rilevazione ed estinzione incendi**

Predisposizione di **vie di fuga, luoghi sicuri, sistemi di compartimentazione**

**Indumenti protettivi** per l'accesso ad aree soggette a forte irraggiamento termico

## 6 – Legislazione

- ~ D.P.R. n° 547 del 27/04/1955 – Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- ~ D.P.R. n° 303 del 19/03/1956 – Norme generali per l'igiene del lavoro.
- ~ L. n° 292 del 5/3/1963 – Vaccinazione antitetanica obbligatoria.
- ~ D.P.R. n° 1124 del 30/06/1965 – Testo Unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.
- ~ L. n° 46 del 5/03/1990 – Norme per la sicurezza degli impianti.
- ~ DD. MM. 26/4/1990 e 4/10/1991 – Individuazione delle categorie a rischio per la vaccinazione contro l'epatite virale B.
- ~ D. Lgs. n° 277 del 15/08/1991 – Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge n. 212 del 30/08/1990.
- ~ D. Lgs. n° 626 del 19/09/1994 – Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 90/88/CEE, 97/42/CEE e 99/38/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.
- ~ D. Lgs. n° 242 del 19/03/1996 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo n. 626 del 19 settembre 1994, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- ~ D.P.R. n° 459 del 24/07/1996 – Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.
- ~ D. Lgs. n° 493 del 14/08/1996 – Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- ~ D. Lgs. n° 494 del 14/08/1996 e successive modifiche – Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

- ~ D. Lgs. n° 10 del 02/01/1997 – Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CEE relative ai dispositivi di protezione individuale.
- ~ D. Lgs. n° 389 del 08/11/1997 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 5 febbraio 1997 n.22 in materia di rifiuti, rifiuti pericolosi, di imballaggio e di rifiuti di imballaggio.
- ~ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 2631-1 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements, 1997, Switzerland.
- ~ D. M. del 10/03/1998 – Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- ~ D. Lgs. n° 359 del 04/08/1999 – Attuazione della direttiva 95/63/CEE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori.
- ~ D. Lgs. n° 532 del 26/11/1999 – Disposizioni in materia di lavoro notturno, a norma dell'art. 17, comma 7, della Legge 5 febbraio 1999, n° 25.
- ~ D. Lgs. n° 38 del 23/02/2000 – Disposizioni in materia di assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali, a norma dell'articolo 55, comma 1, della legge n° 144 del 17/05/1999.
- ~ Circolare n° 16 del 25/01/2001 – Modifiche al D. Lgs. 626/94, titolo VI, uso delle attrezzature munite di videoterminali. Chiarimenti operativi in ordine alla definizione di "lavoratore esposto" e "sorveglianza sanitaria".
- ~ D.P.R. n° 462 del 22/10/2001 – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- ~ Direttiva 2002/44/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25/06/2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni), G.U.C.E. L. 177 del 06/07/2002.
- ~ D. Lgs. n° 195 del 23/06/2003 – Modifiche ed integrazioni al D. Lgs. 626/94 per l'individuazione delle capacità e dei requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori a norma dell'art. 21 della legge 1 marzo 2002, n. 39.

- ~ D. Lgs. n° 235 del 08/07/2003 - Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori.
- ~ D.M. del 27/04/2004 – Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 139 del testo unico, approvato con D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124, e successive modificazioni e integrazioni.



## ACRONIMI

|                |   |
|----------------|---|
| <b>ACGIH</b>   | American Conference of Governmental Industrial Hygienists |
| <b>CDR</b>     | Combustibile da Rifiuto                                   |
| <b>FTIR</b>    | Fourier Transformation Infra-Red                          |
| <b>ISO</b>     | International Standard Organization                       |
| <b>HDPE</b>    | Polietilene ad alta densità                               |
| <b>NIOSH</b>   | National Institute of Safety and Health                   |
| <b>TLV-TWA</b> | Threshold Limit Value – Time Weighted Average             |
| <b>TNT</b>     | Tessuto non Tessuto                                       |
| <b>WBV</b>     | Whole Body Vibration                                      |

## GLOSSARIO

|  |   |
|--|---|
| <b>Prevenzione</b>                         | L'insieme delle misure di sicurezza, atte ad impedire il verificarsi di eventi dannosi  |
| <b>Protezione</b>                          | L'insieme delle misure di sicurezza atte a minimizzare il danno, quando si verifica l'evento  |
| <b>Pericolo</b>                            | La potenzialità di una determinata entità (processo, macchina, sostanza) di causare danno   |
| <b>Rischio</b>                             | La combinazione della probabilità e della conseguenza del verificarsi di uno specifico evento pericoloso (OHSAS 18001)  |
| <b>Valutazione dei rischi</b>              | Processo di individuazione e quantificazione delle fonti di pericolo e delle relative probabilità di accadimento, tenendo conto delle misure di prevenzione e protezione in essere            |
| <b>Sicurezza sul lavoro</b>                | E' l'insieme di procedure, organizzazione, agenti materiali e luoghi di lavoro che permette lo svolgimento dell'attività lavorativa senza causare danni ai lavoratori                         |
| <b>Sistemi di prevenzione e protezione</b> | Consistono in strumenti organizzativi e procedurali ed interventi impiantistici e di processo, tesi al miglioramento continuo della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro             |
| <b>Infortunio sul lavoro</b>               | E' un evento dannoso che accade in occasione di lavoro per una causa violenta e che pregiudica la capacità lavorativa   |
| <b>Malattia professionale</b>              | Processo morboso direttamente connesso con lo svolgimento dell'attività lavorativa e che agisce lentamente e progressivamente nell'organismo del lavoratore                                   |
| <b>Agenti materiali</b>                    | Macchine, utensili, impianti, dispositivi, attrezzature, sostanze, composti, superfici, etc.... qualsiasi fonte di pericolo in grado di causare danno potenziale ad un bersaglio (lavoratore) |
| <b>Agenti biologici</b>                    | Qualsiasi microrganismo, anche se geneticamente modificato, coltura cellulare ed endoparassita umano che potrebbe provocare infezioni, allergie o intossicazioni                              |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Agente chimico</b>       | Qualunque elemento o composto chimico, solo o in miscela, allo stato naturale o ottenuto, utilizzato o smaltito (compreso lo smaltimento come rifiuto), mediante qualsiasi attività lavorativa, sia esso prodotto intenzionalmente o no e sia immesso o no sul mercato   |
| <b>Frazione inalabile</b>   | Frazione in massa delle particelle aerodisperse totali che viene inalata attraverso il naso e la bocca   |
| <b>Frazione toracica</b>    | Frazione in massa delle particelle inalate che penetra oltre la laringe  |
| <b>Frazione respirabile</b> | Frazione in massa delle particelle inalate che raggiunge le vie respiratorie non ciliate (alveoli)   |
| <b>Informazione</b>         | Conoscenza dei rischi per la sicurezza e per la salute connessi all'attività lavorativa; delle misure e delle attività di protezione e prevenzione adottate; delle procedure di pronto soccorso, di lotta antincendio e di evacuazione dei lavoratori in caso di emergenze; dell'RSPP; del Medico Competente; degli addetti alle emergenze |
| <b>Formazione</b>           | Conoscenza approfondita della propria attività specifica, delle modalità con cui deve essere svolta, delle misure di prevenzione e protezione necessarie   |

## APPENDICE

### Metodologia e modalità di analisi

#### **Agenti biologici**

I monitoraggi ambientali per la valutazione qualitativa e quantitativa della contaminazione microbica aerodispersa da batteri e miceti, sono stati realizzati con campionatori d'aria ad impatto ortogonale in aree selezionate in base alle lavorazioni.

Test biochimici automatici hanno consentito di eseguire analisi di conferma ed identificazione di specie microbiche.

Sono state valutate:

- carica batterica totale mesofila (per evidenziare la contaminazione di origine umana) e psicofila (per evidenziare la contaminazione di origine ambientale);
- carica fungina e particolari categorie microbiche (batteri Gram Negativi, stafilococchi, coliformi, *Salmonella* spp., *Pseudomonas* spp.).

Non essendo disponibili valori limite di esposizione per gli agenti biologici, le concentrazioni riscontrate *in situ* non sono confrontabili con valori di accettabilità del rischio per i lavoratori.

È possibile, però, definire il grado di contaminazione all'interno dell'impianto confrontando i valori di concentrazione rilevati rispetto a quelli presenti in zone presumibilmente non inquinate nell'area esterna; conseguentemente, la valutazione è stata eseguita in termini relativi in funzione della situazione locale.

#### **Agenti chimici**

##### **Polveri**

Il monitoraggio della frazione respirabile delle polveri è stato svolto secondo quanto indicato nell'allegato VIII del D. Lgs. 25/2002 (conforme alla norma UNI EN 481/94) e le modalità descritte dalle Linee Guida Silicosi INAIL. E' stato inoltre utilizzato un analizzatore portatile di particelle aerodisperse con selettore per frazione respirabile.

Il valore limite di soglia ponderato nel tempo TWA previsto dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) è di 3 mg/mc.

##### **Composti gassosi**

Il monitoraggio degli inquinanti gassosi COV (Composti Organici Volatili), CO e CO<sub>2</sub> è stato eseguito negli ambienti indoor degli impianti di trattamento RSU, utilizzando un misuratore portatile per la rilevazione di gas permanenti. La presenza di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), relativamente ad ambienti chiusi in cui è prevista la circolazione di

automezzi pesanti per lo scarico dei rifiuti, è stata determinata secondo il metodo NIOSH 5506. La composizione della frazione organica dei vapori presenti negli ambienti di lavoro è stata oggetto di un'indagine qualitativa tramite gascromatografia con detector FTIR.

Per la valutazione del rischio dei composti indagati sono stati adottati, come valori limite, quelli definiti dall'ACGIH; solo per i COV non sono disponibili valori di soglia.

## **Agenti fisici**

### **Microclima**

Le misurazioni sono state eseguite con una centralina microclimatica multicanale, in una serie di posizioni degli impianti indagati tra cui quelle scelte per il campionamento microbiologico.

I parametri microclimatici sono stati utilizzati per contribuire alla valutazione complessiva dei parametri microbiologici e chimici, poiché questi possono essere influenzati dalle condizioni stagionali e meteorologiche, soprattutto relativamente a temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria.

### **Rumore**

Per l'esecuzione delle indagini fonometriche è stato utilizzato un fonometro in postazione fissa, all'altezza di 1,5 m da terra, in punti corrispondenti alle postazioni degli operatori. I valori di intensità sonora, espressi in dB(A), sono stati acquisiti sia in modo "fast" sia in modo "slow". Il D. Lgs. 626/94 prevede specifici adempimenti da attuare al superamento di 85 dB(A).

### **Vibrazioni**

L'analisi del rischio da vibrazioni al corpo intero (WBV) è stata effettuata su operatori di mezzi semoventi operanti in discarica. Per ciascun mezzo e per ogni operatore è stato stimato il tempo di esposizione medio giornaliero, sulla base delle informazioni acquisite, tenendo conto dell'organizzazione del lavoro. La durata della misura è rappresentativa del tempo di esposizione giornaliero. Le rilevazioni sono state eseguite mediante un accelerometro triassiale incorporato in idoneo piattello di gomma sistemato ed opportunamente orientato sulla seduta del mezzo.

La valutazione del rischio è stata condotta con riferimento alla Direttiva Europea 2002/44/CE, che fornisce le indicazioni di natura prevenzionale da attuare nei luoghi di lavoro, in termini di accelerazione media ponderata riportata alle 8 ore A(8) (valore d'azione =  $0,5 \text{ m/s}^2$ , valore limite =  $1,15 \text{ m/s}^2$ ) e di dose di vibrazioni VDV (valore d'azione =  $9,1 \text{ m/s}^{1,75}$ , valore limite =  $21 \text{ m/s}^{1,75}$ ).

L'eventuale presenza di fenomeno impulsivo è stata valutata ai sensi della norma ISO 2631-1 del 1997 (che consente la valutazione del rischio per la salute), considerandone sia il metodo base sia i metodi addizionali (Vibration Dose Value).

## Ringraziamenti

*Gli Autori intendono ringraziare i colleghi dell'INAIL che hanno partecipato allo studio: Raffaella Giovinazzo, Emma Incocciati, Claudio Kunkar e Giovanna Petrozzi della CONTARP della Direzione Generale; Biagia Altamura e Francesca Pisanelli della CONTARP della Direzione Regionale Lombardia.*

*Un ringraziamento particolare a Paolo Panaro e Giovanni Stefani della CONTARP della Direzione Generale, per le misure delle vibrazioni a corpo intero.*

*Infine, per un supporto alla ricerca, il sostegno logistico e la disponibilità, un grazie a Fulvio Cavariani, Angelo Carai, Marcello De Rossi del Laboratorio di Igiene Industriale della ASL di Viterbo.*

*Senza il loro contributo prezioso, lo sviluppo del progetto e le attività effettuate non sarebbero stati possibili.*

## BIBLIOGRAFIA

- Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo L., Guercio A., Todaro N. "Waste treatment plants: main aspects of technological processes and labour risks" – Atti del Work Congress 6 – Roma, 2004.
- Rylander R. "Organic dusts and disease: a continuous research challenge" America Journal of Industrial Medicine, Vol. 46, n° 4, October 2004
- Altamura B., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Petrozzi G., Principe B., Santucci P., Todaro N. "Rifiuti ed acque reflue: così il rischio è sotto controllo", AMBIENTE & SICUREZZA SUL LAVORO, Luglio-Agosto 2005
- Altamura A., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Pisanelli F., Peverelli M., Pontiggia C., Principe B., Rossini M., Santucci P., Todaro N. "Salute e sicurezza negli impianti di trattamento di rifiuti solidi urbani: studio dei processi e delle fasi lavorative in un caso reale" – Atti dei Seminari di ECOMONDO – Rimini, 2004.
- Panaro P., Stefani G. "Problematiche di valutazione dell'esposizione lavorativa a rischio da vibrazioni al corpo intero (W.B.V.) nell'esperienza INAIL CON.T.A.R.P." – Atti del Convegno dBA incontri 2004 – Vibrazioni – Ambiente Lavoro – Modena, 2004
- Guercio A. "Gestione sicura di rifiuti e acque reflue", DATI INAIL, Luglio 2004
- Cavariani F., Celli A., De Rossi M., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Serra A., Todaro N. "Valutazione del rischio professionale in un impianto di trattamento di RSU" – Atti 3° conferenza Con.T.A.R.P. – Napoli, Marzo 2004
- AA.VV. Linee guida tecniche per la determinazione del premio supplementare nei casi di esposizione a silice libera cristallina – INTRANET INAIL Con.T.A.R.P. 2003
- Altamura B., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Principe B., Santucci P., Todaro N. "Aspetti tecnologici e rischi lavorativi in alcuni impianti di trattamento di rifiuti" – Atti dei Seminari di ECOMONDO – Rimini, 2003
- Guercio A., Peverelli M., Principe B. "Rischi lavorativi nei sistemi complessi: gli impianti per la gestione dei rifiuti" – Atti del Convegno "Sicurezza nei sistemi complessi" – Bari, 2001
- Adani F. "Tecniche di stabilizzazione aerobica per il pre-trattamento dei rifiuti prima del deposito in discarica" Corso di aggiornamento "La gestione dei rifiuti solidi a tre anni dal decreto Ronchi" – Belluno, Giugno, 2000

- Cottica D., Benvenuti F., Grignani E., Cascinai M., Imbriani M. “Il rischio microbiologico negli ambienti di lavoro: approccio, valutazione, interventi” SYMPOSIA 1; 1999; 1
- Regione Lombardia “Studio degli impianti di produzione di compost e definizione delle corrispondenti linee guida” Milano, 1999
- International Organization for Standardization: ISO 2631-1 “Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements” 1997, Switzerland.
- I profili di rischio nei comparti produttivi dell'artigianato, delle piccole e medie imprese e pubblici servizi: Discariche.  
[www.ispesl.it/profili\\_di\\_rischio/Discariche/index.htm](http://www.ispesl.it/profili_di_rischio/Discariche/index.htm),
- Dati FEDERAMBIENTE – [www.federambiente.it](http://www.federambiente.it)
- Rapporto Nazionale Rifiuti – [www.sinanet.anpa.it](http://www.sinanet.anpa.it)
- Health and Safety Executive “Mapping health and safety standards in the UK waste industry” – [www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr240.pdf](http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr240.pdf)