



Sorveglianza sulla salute della  
Popolazione nei pressi del  
Termovalorizzatore di  
Torino

## Rapporto n° 16

# **Aggiornamento della coorte dei lavoratori e delle aziende operanti nell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino e analisi ambientali indoor**

Gennaio 2023

Rapporto a cura di

Antonella Bena, Elena Farina, Gabriele Iorfida

*\*Struttura Complessa Servizio Sovrazonale di Epidemiologia - ASL TO3*

Cristiana Ivaldi

*\*Struttura Semplice Epidemiologia Ambientale – ARPA Piemonte*

Marco Fontana, Carla Cappa, Maura Fenoglio, Paolo Fornetti, Simona Possamai, Nicola Santamaria, Paola Spagnolo

*\*Laboratorio specialistico strumentale del Piemonte Nord Ovest-Rischio Industriale e Igiene Industriale - ARPA Piemonte*

Il rapporto è condiviso nella metodologia, nei risultati e nei commenti dal Comitato Tecnico Scientifico del programma SPoTT, a cui vanno i nostri ringraziamenti:

Francesco Forastiere

Fabrizio Minichilli

Roberto Pasetto

Un gruppo di autori si è fatto carico della redazione del report, ma un ben più cospicuo numero di persone ha contribuito alla realizzazione delle diverse attività, persone cui va il riconoscimento generale per l'impegno e la professionalità mostrata.

# Indice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sintesi del sedicesimo rapporto di studio .....</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>1. Introduzione .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. L'impianto .....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1. Il percorso dei rifiuti .....   | 8         |
| 2.1.1. <i>Il conferimento</i> .....  | 8         |
| 2.1.2. <i>Lo stoccaggio</i> .....  | 8         |
| 2.1.3. <i>La combustione</i> .....   | 8         |
| 2.1.4. <i>La depurazione dei fumi</i> .....                                    | 9         |
| 2.1.5. <i>La gestione dei residui</i> .....                                    | 10        |
| <b>3. Imprese e lavoratori operanti presso l'impianto.....</b>                 | <b>11</b> |
| 3.1. Periodo di gestione provvisoria.....                                      | 12        |
| 3.1.1. <i>Coorte TRM</i> .....   | 12        |
| 3.1.2. <i>Aziende esterne</i> .....  | 12        |
| 3.2. Periodo di esercizio commerciale .....                                    | 14        |
| 3.2.1. <i>Coorte TRM</i> .....   | 14        |
| 3.2.2. <i>Aziende esterne</i> .....  | 15        |
| <b>4. Monitoraggio ambientale e metodi .....</b>                               | <b>18</b> |
| 4.1. Campionamenti .....   | 19        |
| 4.1.1. <i>Campionamento attivo</i> .....                                       | 20        |
| 4.1.2. <i>Campionamento passivo</i> .....                                      | 20        |
| 4.2. Valori di riferimento .....   | 21        |
| 4.3. Risultati dei monitoraggi ambientali.....                                 | 23        |
| 4.3.1. <i>Sostanze organiche volatili</i> .....                                | 23        |
| 4.3.2. <i>Aldeidi</i> .....  | 24        |
| 4.3.3. <i>Idrogeno solforato e ammoniaca</i> .....                             | 24        |
| 4.3.4. <i>Polveri inalabili e metalli</i> .....                                | 25        |
| 4.3.5. <i>Diossine, furani e PCB</i> .....                                     | 26        |
| 4.3.6. <i>Idrocarburi policiclici aromatici</i> .....                          | 27        |
| <b>5. Conclusioni .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>APPENDICE A: Risultati analitici monitoraggio ambientale – tabelle.....</b> | <b>31</b> |

## Sintesi del sedicesimo rapporto di studio

La linea di attività che il programma *SPoTT2* ha dedicato ai lavoratori dell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino comprende diverse azioni: il monitoraggio della coorte degli addetti al termovalorizzatore (dipendenti TRM) attraverso la raccolta e l'aggiornamento periodico di informazioni anagrafiche, lavorative e di salute; il monitoraggio delle aziende con appalti di primo e secondo livello; il monitoraggio delle esposizioni ambientali all'interno dell'impianto. La raccolta delle informazioni sui lavoratori, compresi quelli delle numerose imprese esterne, permette di descrivere la situazione in azienda e di costituire una coorte potenzialmente utile per approfondimenti futuri. Il monitoraggio degli ambienti di lavoro è il principale strumento di controllo delle esposizioni cui sono sottoposti tutti gli addetti presenti in impianto, a qualunque impresa essi facciano riferimento.

Questo report descrive la coorte di lavoratori TRM e fotografa le ditte presenti in impianto nel 2021. Sono presentati inoltre i risultati dei monitoraggi ambientali effettuati nel 2021-22 confrontandoli con quelli della campagna precedente.

### **Lavorati TRM e imprese in appalto e sub-appalto**

Durante il periodo di gestione provvisoria, TRM era presente in azienda con poche unità di personale, inizialmente con compiti prevalentemente dirigenziali e impiegatizi e solo successivamente con persone dedicate alle linee operative.

Da fine 2014 è iniziato il periodo di esercizio commerciale. Da quel momento il personale TRM è presente sia nella gestione dell'impianto sia nella parte amministrativa e dirigenziale, per un totale di circa 629.000 ore lavorate fino al 31/12/2021. Nel 2021 i lavoratori sono complessivamente 54, di cui 38 dedicati alle linee.

Nel periodo di esercizio commerciale l'intera attività di global service (comprendente diversi servizi ausiliari alla produzione, quali la manutenzione, la pulizia e la guardiania) è stata esternalizzata a imprese terze. Da allora pertanto sono presenti, per la maggior parte in forma saltuaria e/o "a richiesta", anche i lavoratori di un totale di 315 ditte esterne. Nel 2021 hanno lavorato nell'impianto 60 ditte esterne; nel frattempo le altre sono state deferite o semplicemente hanno terminato il loro contratto di collaborazione con TRM. È stato possibile acquisire le ore lavorate dalle imprese esterne solo per il periodo 2015-2018: si tratta di circa 517.000 ore, in quantità paragonabile a quelle di TRM (514.000 nel 2015-2018). Molte di

queste imprese svolgono le mansioni potenzialmente più esposte alle sostanze pericolose: nel 2021 sono 21 quelle che operano nel locale caldaia e nell'attigua area di stoccaggio big bag<sup>1</sup>.

Risulta pertanto importante continuare a raccogliere informazioni riguardanti queste imprese, migliorando il flusso di dati in uso: dal 2019 infatti non sono più state trasmesse le ore lavorate.

### **Risultati dei monitoraggi in ambiente di lavoro**

Nel periodo novembre 2021 - marzo 2022 è stato effettuato il monitoraggio di polveri, metalli, aldeidi, sostanze organiche volatili, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB) e diossine. In tutti i casi le concentrazioni misurate risultano molto basse, dell'ordine di grandezza già riscontrato nella campagna precedente e comunque di molto inferiori ai valori limite di esposizione previsti per gli ambienti di lavoro dalla normativa italiana e dalle principali organizzazioni internazionali. I valori risultano generalmente confrontabili con quelli comunemente riscontrati in ambiente di vita outdoor, con la sola eccezione della sommatoria diossine - furani - pcb, che si mantiene comunque molto prossima a tali valori.

Nel corso del 2021 è stato effettuato, per la prima volta dall'inizio dell'attività dell'impianto, anche il monitoraggio di agenti biologici aerodispersi, i cui esiti sono stati illustrati nel Report 13.

---

<sup>1</sup> Le *big bags* (letteralmente "grandi borse") sono grossi sacchi in polipropilene dotati di maniglie che vengono utilizzate per contenere carichi molto grandi, anche di centinaia o migliaia di chili; nel suddetto impianto sono utilizzati per raccogliere le ceneri prodotte prima che queste vengano inviate ad altre ditte per trattamenti di inertizzazione.

# 1. Introduzione

Il presente rapporto si colloca all'interno della nuova fase del **Programma di Sorveglianza della Popolazione nei pressi del Termovalorizzatore di Torino<sup>2</sup>** (Programma *SPoTT2*) che ha preso il via nel 2020 e che si propone, integrando nuove linee di attività a quelle precedentemente in essere, di continuare a valutare potenziali effetti avversi sulla salute dell'inquinamento ambientale nelle aree circostanti il termovalorizzatore di Torino.

*SPoTT* è realizzato da un team di istituzioni con competenze specifiche nei diversi ambiti di interesse: ASL CITTA' DI TORINO, ASL TO3, ARPA Piemonte, Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità su mandato specifico della Città Metropolitana di Torino. L'organo tecnico che regola le attività di *SPoTT* è il Gruppo di Lavoro, il cui coordinamento è in capo alla dott.ssa Cristiana Ivaldi della S.S. Epidemiologia Ambientale di ARPA Piemonte. Un Comitato Tecnico Scientifico ha funzione di garante delle metodologie e della pianificazione delle varie linee progettuali e di validazione dei risultati.

Conformemente a quanto richiesto dalla Legge, al fine di tutelare i diritti, la sicurezza e il benessere delle persone coinvolte e di fornire pubblica garanzia di tale tutela, *SPoTT* è stato valutato e approvato dal Comitato Etico dell'AOU San Luigi Gonzaga di Orbassano.

Il programma è organizzato in diverse linee progettuali che riguardano la popolazione residente e i lavoratori dell'impianto di incenerimento consultabile al seguente indirizzo [II progetto - SPoTT \(dors.it\)](https://www.dors.it/progetto-SPoTT).

Le attività riguardanti i lavoratori, la cui responsabilità è in capo al Servizio Sovrazonale di Epidemiologia dell'Asl To3 in collaborazione con la struttura Igiene industriale di ARPA Piemonte, comprendono:

- il monitoraggio della coorte degli addetti al termovalorizzatore (dipendenti TRM) attraverso la raccolta e l'aggiornamento periodico di informazioni anagrafiche, lavorative e di salute;
- il monitoraggio delle aziende con appalti di primo e secondo livello;

---

<sup>2</sup> Bena A, Chiusolo M, Oreggia M, Cadum E, Farina E, Musmeci L, Procopio E, Salamina G e il gruppo di lavoro SPoTT. Sorveglianza sulla Salute della popolazione nei pressi del termovalorizzatore di Torino (SPoTT): presentazione del programma di sorveglianza. *Epidemiologia e Prevenzione*. 2016,40(5):366-73

- il monitoraggio delle esposizioni ambientali all'interno dell'impianto.

Questo documento è il sedicesimo della collana dei report illustrativi dei risultati del *Programma SPoTT*, il sesto riguardante i lavoratori dell'impianto di termovalorizzazione del Gerbido, il secondo riguardante i lavoratori all'interno della seconda fase - *Programma SPoTT 2* (il materiale è disponibile sul sito [Risultati - SPoTT \(dors.it\)](https://dors.it)).

Il rapporto 16 ha due obiettivi principali: aggiornare le informazioni fornite nel rapporto 13 in merito alle imprese e ai lavoratori operanti in impianto con i dati relativi al 2021; descrivere le esposizioni ambientali rilevate in impianto nel periodo novembre 2021-marzo 2022.

Il programma SPoTT è dotato di uno specifico piano di comunicazione nel cui ambito si colloca questo rapporto. È possibile porre ulteriori domande di chiarimento attraverso l'apposito indirizzo e-mail (mailto: [coordinamento.spott@arpa.piemonte.it](mailto:coordinamento.spott@arpa.piemonte.it)).

## 2. L'impianto

Costruito tra il 2010 e il 2013 in località Gerbido, il termovalorizzatore di Torino è un impianto che incenerisce rifiuti trasformando il calore prodotto dalla combustione, in energia elettrica e termica. Con il rinnovo dell'ultima Autorizzazione Integrata Ambientale il termovalorizzatore del Gerbido ha ottenuto dalla Città Metropolitana la possibilità di aumentare la sua capacità, portando le iniziali 421 mila tonnellate all'anno di rifiuti bruciati fino a saturazione del carico termico per una capacità di trattamento totale di 526.500 t/anno, come indicato nel D.P.C.M. del 10 agosto 2016.

L'impianto incenerisce due tipi di rifiuti:

- rifiuti urbani indifferenziati a valle della raccolta differenziata
- rifiuti speciali assimilabili agli urbani, solo ad eventuale complemento degli urbani.

L'impianto si articola su tre linee di combustione parallele e gemelle, che hanno in comune il sistema di stoccaggio dei rifiuti in ingresso e dei rifiuti prodotti, un impianto termico a vapore per la produzione di elettricità/calore e un camino. È inoltre presente una palazzina dei servizi amministrativi, una per lo staff d'impianto, un magazzino, un'officina e l'edificio con la pesa. Nel presente rapporto vengono descritte le aree dell'impianto di maggior interesse (fig. 1.1. – fonte TRM).

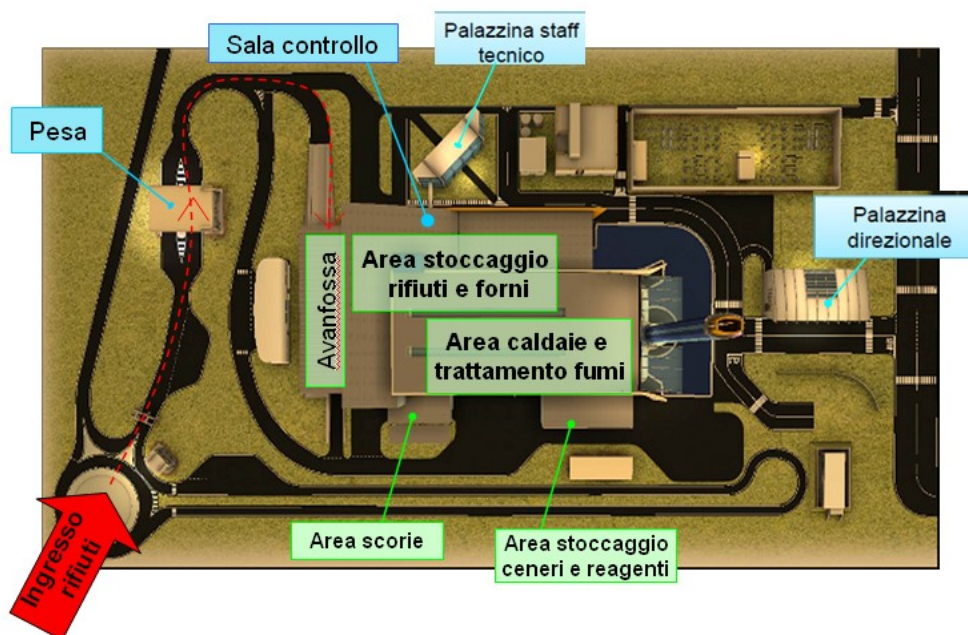


Fig. 1.1. Planimetria dell'area dell'impianto con localizzazione delle aree di maggior interesse per il presente Rapporto

L'azienda riporta che nel 2021 le tre linee dell'impianto sono state utilizzate per la loro capacità massima, consentendo di produrre 419mila megawattora (MWh) di energia, 352mila dei quali immessi in rete, pari al fabbisogno di 175mila famiglie (due terzi della popolazione torinese).

## 2.1. Il percorso dei rifiuti

### 2.1.1. *Il conferimento*

Il conferimento dei rifiuti all'impianto avviene attraverso i camion di raccolta.

All'ingresso dell'impianto, gli automezzi sono sottoposti ad un controllo automatico della radioattività attraverso un sistema a portale: in caso di superamento della soglia prevista, i mezzi vengono bloccati e sottoposti ad ulteriori controlli. Successivamente i veicoli passano alla pesa dove viene registrato il carico trasportato. La pesatura degli automezzi di conferimento è effettuata sia in ingresso sia in uscita dall'impianto. I rifiuti in ingresso subiscono un controllo a campione che ne verifica l'appropriatezza di conferimento.

I camion giungono poi all'avanfossa, un grande capannone posto in lieve depressione per evitare la dispersione di cattivi odori; qui, attraverso 10 apposite aperture, i camion scaricano il loro contenuto direttamente nella fossa di accumulo dei rifiuti.

### 2.1.2. *Lo stoccaggio*

All'interno della fossa di accumulo, i rifiuti sono afferrati e mescolati da due benne a polipo (o ragni meccanici) – sorrette ciascuna da un carroponete – allo scopo di rendere più omogeneo il combustibile. Ogni benna preleva i rifiuti e li trasferisce nelle tre tramogge di carico (una per ciascuna linea di combustione) attraverso le quali i rifiuti giungono nelle camere di combustione. Su uno dei lati corti della fossa e in posizione rialzata rispetto ad essa, è posta la cabina dei gruisti che, attraverso una grande vetrata, hanno un'ampia visione della stessa e manovrano le benne.

### 2.1.3. *La combustione*

Il rifiuto, dopo essere entrato in caldaia dalla tramoggia di carico, è spinto su una griglia mobile che, attraverso un movimento meccanico continuo, assicura una costante miscelazione



degli strati di rifiuti e consente una combustione più uniforme. Il ciclo di combustione dura all'incirca 1 ora alla temperatura di circa 1200°C.

#### 2.1.4. *La depurazione dei fumi*

I fumi sprigionati dalla combustione, prima di poter essere immessi in atmosfera, devono essere depurati. Ciò avviene attraverso 4 passaggi:

- un elettrofiltro a 3 stadi per l'abbattimento delle polveri di caldaia (particolato solido); le piastre dell'elettrofiltro vengono periodicamente ripulite con un sistema meccanico a percussione che fa cadere le ceneri raccolte nelle tramogge sottostanti. Tali ceneri sono stoccate in sili appositi (insieme a quelle provenienti dalla caldaia) ed inviate agli impianti di smaltimento/recupero tramite automezzi;
- un reattore a secco per l'abbattimento di gas acidi, diossine, furani e metalli pesanti; i fumi vengono fatti reagire con bicarbonato di sodio e carboni attivi e si producono CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> che vengono espulsi dal camino o raccolti come residui solidi pericolosi (PSR o prodotti sodici residui) dal successivo filtro a maniche;
- un gruppo di filtri a maniche per raccogliere il PSR prodotto nel reattore a secco e i prodotti solidi non trattiene dall'elettrofiltro; la pulizia delle maniche avviene in maniera periodica tramite impulsi d'aria compressa in contropressione che scuotono le maniche fino a far cadere le polveri nelle tramogge sottostanti. Il PSR è stoccato in appositi sili o big bag e periodicamente prelevato per l'invio al recupero;
- un reattore catalitico di abbattimento degli ossidi di azoto (SCR); qui i fumi provenienti dal filtro a maniche reagiscono con gas contenenti ammoniaca. Gli NO<sub>x</sub> presenti nei fumi reagiscono con l'ammoniaca grazie a dei catalizzatori (ossidi di vanadio, titanio e tungsteno) presenti sulle superfici ceramiche del reattore.

Il sistema di trattamento fumi termina con il ventilatore di aspirazione, che mantiene in depressione l'intera linea a partire dalla fossa rifiuti.

Dopo essere stati depurati e analizzati, i fumi vengono emessi in atmosfera tramite il camino dove si convogliano le canne fumarie delle tre linee.

### 2.1.5. *La gestione dei residui*

Il processo di termovalorizzazione genera residui che derivano dalla combustione (scorie e residui ferrosi pari al 21% dei rifiuti in ingresso) e dalla depurazione dei fumi (ceneri e PSR).

Le scorie di combustione sono raccolte in fondo alla griglia e convogliate in apposite “culle” piene d’acqua dove vengono spente e raffreddate; quindi, attraverso dei nastri trasportatori, vengono stoccate in una fossa dedicata e da qui caricate su automezzi per essere trattate in appositi impianti di inertizzazione. Lungo il percorso verso la fossa di raccolta, alcune elettrocalamite separano dalle scorie eventuali residui ferrosi (circa 2% dei rifiuti), che vengono stoccati a parte per poter essere riciclati.

Le ceneri leggere (circa 2%), invece, derivano dall’attività dell’elettrofiltro mentre i PSR si formano in seguito alla reazione a secco e vengono trattenuti dal filtro a maniche; entrambi questi residui sono classificati come pericolosi e vengono stoccati in appositi sili o big bags fino a quando, periodicamente, vengono avviati a recupero o a smaltimento.

### 3. Imprese e lavoratori operanti presso l'impianto

L'impianto è entrato formalmente in attività a pieno regime il 1° maggio 2014, dopo una fase di test e collaudo prestazionale durata circa un anno. La gestione, per un periodo temporale di 20 anni, è in carico a TRM (Trattamento Rifiuti Metropolitani S.p.A). La società è a capitale misto, controllata dal Gruppo Iren per l'80% e partecipata con il restante 20% da alcuni Soci pubblici (tra i quali il principale è il Comune di Torino). TRM S.p.A. è di conseguenza controllata indirettamente da IREN S.p.A., a cui fanno capo la definizione delle linee guida strategiche, l'allocazione delle risorse nonché la direzione.

La costruzione dell'impianto è stata realizzata da un' Associazione Temporanea di Imprese con capogruppo una società francese specializzata nella progettazione di impianti analoghi. Da aprile 2013 la gestione dell'impianto è passata a TRM mentre dal novembre 2014 l'intera attività di global service è stata appaltata al Gruppo IREN (successivamente diventato socio di maggioranza) e quindi esternalizzata ad imprese terze. Pertanto, oltre ai dipendenti TRM, sono presenti in impianto, fin dall'inizio delle attività, numerose imprese esterne alle quali, attraverso contratti di appalto e subappalto, sono affidati tutti i servizi ausiliari alla produzione, quali la manutenzione, la pulizia e la guardiania.

Dalla documentazione fornita si evince che dalla data di avvio formale dell'impianto (1° aprile 2013) fino al 31 dicembre 2020, oltre all'azienda incaricata (TRM), hanno avuto accesso all'impianto 273 ditte a cui sono stati affidati complessivamente 304 appalti. Di questi, 125 risultano appalti direttamente affidati da TRM, di cui 11 in comune con IREN (su mansioni diverse). Cento trentuno (131) ditte risultano coinvolte in appalti di secondo livello, ovvero subappalti della ditta del Global Service IREN AMBIENTE. Otto (8) ditte risultano lavorare all'impianto per subappalti del gestore provvisorio. Di 7 ditte non sono disponibili i dati del committente.

Nel presente report i periodi di operatività delle aziende in impianto sono stati suddivisi nel seguente modo:

- periodo di gestione provvisoria (dal 01/04/2013 al 31/10/2014)
- periodo di esercizio commerciale (dal 01/11/2014 al 31/12/2021)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> l'acquisizione dei dati è in costante aggiornamento

Vista la grande varietà di settori in cui le aziende hanno operato, ai fini del presente report, si è deciso di raggruppare le attività svolte in 5 categorie così definite:

1. attività corrente: è l'attività "routinaria" che riguarda le differenti fasi di vita del rifiuto, ivi comprese le attività integrate (es servizio pesa, gestione avanfossa, smaltimento acque di spegnimento, ecc);
2. attività specifica: comprende l'insieme delle lavorazioni particolari spesso legate ad interventi "su chiamata" (ad es: effettuazione di ispezioni in fornace; dosaggio dei carboni attivi per il catalizzatore); in questo gruppo sono state ulteriormente evidenziate le aziende che si sono occupate di gestione e controllo;
3. attività edile: è l'insieme delle attività legate più propriamente ad opere di edilizia di qualsiasi tipo;
4. attività di manutenzione: comprende molteplici interventi, sia ordinari sia straordinari che garantiscono il corretto mantenimento dell'impianto;
5. attività di supervisione: sono svolte da ditte appaltatrici incaricate di gestire altre attività (ad es. individuazione di priorità di intervento).

### 3.1. Periodo di gestione provvisoria

#### 3.1.1. *Coorte TRM*

Nei primi mesi di funzionamento dell'impianto, TRM era presente in azienda con 20 unità, per lo più aventi compiti dirigenziali e impiegatizi. Con l'inizio del 2014 è stato completato l'organico mediante l'assunzione di altre 32 persone che successivamente hanno formato le squadre operative sulle linee. Complessivamente il personale TRM nel periodo di esercizio provvisorio ha lavorato poco meno di 90 mila ore.

#### 3.1.2. *Aziende esterne*

Contemporaneamente a TRM, erano presenti in impianto 26 aziende di cui 5 in affidamento diretto da TRM e 21 in subappalto della ditta a cui era affidata la gestione provvisoria. Dai documenti forniti si evince che in questa prima fase il numero minimo di lavoratori di imprese appaltatrici coinvolte era 162. Per 8 aziende non erano disponibili i dati relativi al personale.

In tabella 2.1 si riporta la suddivisione, per ogni azienda, delle attività e delle aree d'impianto maggiormente frequentate.

Tabella 2.1. Imprese classificate per locali maggiormente frequentati e tipologia di attività; periodo di gestione provvisoria

| Attività                               | N° ditte/locali interessati |           |           |                                     |           |                                   |           |
|--|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
|  | Sala controllo              | Avanfossa | Fossa     | Vasche scorie-cabina gruista scorie | Area sili | Locale caldaia/stoccaggio big bag | Fornace   |
| Gestione corrente e attività integrate | 1                           | 1         |           | 1                                   |           | 2                                 | 1         |
| Attività specifiche                    | 4                           |           | 1         | 2                                   |           | 4                                 | 1         |
| Edilizia                               | 4                           |           |           |                                     |           | 4                                 | 1         |
| Manutenzione                           | 11                          |           | 3         |                                     | 1         | 11                                | 3         |
| Supervisione                           | 4                           |           | 2         |                                     |           | 4                                 | 2         |
| <b>Totale aziende*</b>                 | <b>24</b>                   | <b>1</b>  | <b>6</b>  | <b>3</b>                            | <b>1</b>  | <b>25</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>Totale lavoratori</b>               | <b>134</b>                  | <b>2</b>  | <b>69</b> | <b>53</b>                           | <b>40</b> | <b>175</b>                        | <b>98</b> |

\* la somma per riga non corrisponde al numero di aziende perché una ditta può essere presente in più locali

I locali dove maggiormente erano presenti i lavoratori delle diverse aziende sono: sala controllo, fossa RSU, locale caldaia/zona di stoccaggio big bag, vasche scorie-cabina gruista scorie, fornaci.

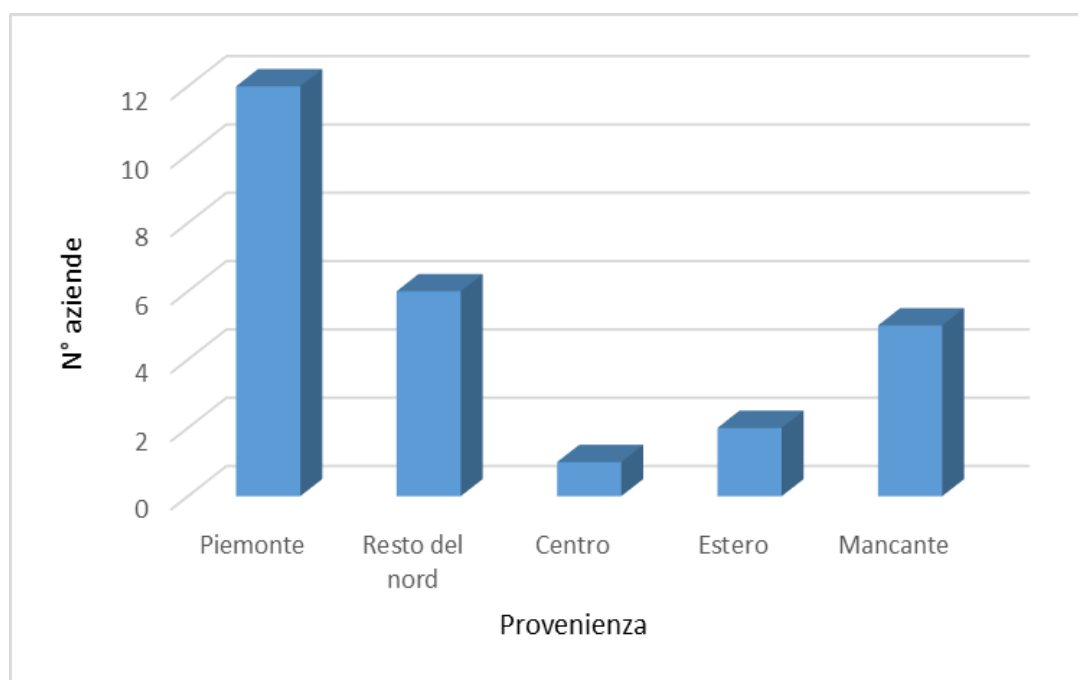


Figura 2.1. Imprese impegnate nella fase di gestione provvisoria suddivise per area di provenienza (sede legale)

Dall'analisi dell'area di provenienza delle aziende che operano in questa fase di gestione provvisoria, si evidenzia un maggior impiego di ditte locali e provenienti dal Nord Italia, in particolare dalla Lombardia (figura 2.1). Sono inoltre presenti 2 aziende con sede legale fuori dal territorio nazionale (Francia). Per 5 aziende non è stato possibile recuperare i dati.

## 3.2. Periodo di esercizio commerciale

### 3.2.1. Coorte TRM

Il secondo periodo preso in esame ha visto una presenza prioritaria di tutto il personale TRM, sia nella gestione dell'impianto (definito PE, potenzialmente esposto) sia nella parte amministrativa e dirigenziale (definito NE, non esposto) con un totale di oltre 600 mila ore lavorate. Nella tabella 2.2. si riportano le ore lavorate (comprehensive di straordinari) suddivise per anno, sia per il personale addetto alle linee sia per i ruoli impiegatizi e dirigenziali. Come si può notare, la proporzione tra le due tipologie di lavoratori (PE e NE) è pressoché costante negli anni ad eccezione del 2017 dove l'incompletezza dei dati fornisce un'informazione distorta.

Tabella 2.2. Ore annuali lavorate dal personale TRM suddivise per tipologia di esposizione. In parentesi la percentuale sul totale delle ore lavorate da tutti i dipendenti.

|        | 2014*           | 2015            | 2016            | 2017**         | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           | totale  |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| PE     | 10.528<br>(69%) | 59.327<br>(64%) | 73.874<br>(70%) | 41964<br>(56%) | 56651<br>(68%) | 61667<br>(72%) | 60067<br>(72%) | 60643<br>(68%) | 424.721 |
| NE     | 4.814<br>(31%)  | 32.610<br>(36%) | 30.927<br>(30%) | 33404<br>(44%) | 27000<br>(32%) | 23584<br>(28%) | 23520<br>(28%) | 28024<br>(32%) | 203.883 |
| totale | 15.342          | 91.937          | 104.801         | 75.368         | 83.651         | 85.251         | 83.587         | 88.667         | 628.604 |

\* A partire dall'1/11/2014

\*\* Per l'anno 2017 sono disponibili solo le ore del primo semestre (1/1/2017-30/6/2017) perché l'introduzione del nuovo software gestionale, avvenuta in tarda estate, ha comportato difficoltà nel reperimento dei dati nei primi mesi di passaggio tra i due sistemi.

Dalla fase di progettazione e realizzazione dell'impianto, l'organico, inizialmente composto dai soli ruoli amministrativi, dirigenziali e tecnici, è stato implementato, con l'inizio della fase di esercizio commerciale, con personale coinvolto in mansioni operative direttamente sulle linee di incenerimento (tabella 2.3).

Tabella 2.3. Suddivisione per anno dei dipendenti della ditta TRM nel periodo di esercizio commerciale

|               | 2014*     | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | 2019      | 2020      | 2021      |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| PE            | 33        | 34        | 39        | 39        | 39        | 39        | 38        | 38        |
| NE            | 19        | 19        | 19        | 17        | 16        | 16        | 16        | 16        |
| <b>totale</b> | <b>52</b> | <b>53</b> | <b>58</b> | <b>56</b> | <b>55</b> | <b>55</b> | <b>54</b> | <b>54</b> |

\* A partire dall'1/11/2014

Le mansioni di competenza TRM sono le seguenti:

- ◇ Capo Turno
- ◇ Quadrista –quadrista/operatore<sup>4</sup>
- ◇ Gruista RSU
- ◇ Operatore di Giro
- ◇ Impiegato d'ufficio
- ◇ Impiegato d'ufficio tecnico
- ◇ Dirigenti

Il personale sulle linee è suddiviso in 6 squadre che ruotano su turni di 24h; stessa turnazione riguarda i gruisti che manovrano le benne nella fossa rifiuti (8 in totale).

Il personale TRM al 31/12/2021<sup>5</sup> presenta nel proprio organico (nella totalità delle ore o in modalità condivisa con IREN) 54 persone, di cui 16 con funzioni amministrative, progettuali e dirigenziali. I restanti 38 dipendenti lavorano nell'edificio centrale, o in sala controllo o lungo le linee di combustione.

Dal 2015 al 2020, 17 persone hanno interrotto il rapporto di lavoro in essere con TRM: 3 per sopraggiunti limiti di età, 10 si sono dimessi e 4 sono stati assorbiti interamente nel personale IREN. Nessun rapporto di lavoro è stato cessato nel 2021.

### 3.2.2. Aziende esterne

Dall'inizio del periodo di esercizio commerciale fino al 31/12/2020 sono state presenti in impianto 268 ditte a cui sono stati affidati complessivamente 301 appalti. Di questi, 135

<sup>4</sup>Dal 2016 è stato aggiunto il ruolo di quadrista operatore che pur affiancando il personale operante in sala controllo, può essere distaccato in caso di necessità direttamente sulle linee di incenerimento

<sup>5</sup> ultimi dati disponibili

risultano appalti direttamente affidati da TRM, mentre 155 ditte risultano appalti di secondo livello, ovvero subappalti della ditta del Global Service IREN AMBIENTE. Una ditta ha un subappalto dal gestore provvisorio mentre per 10 ditte non sono disponibili i dati del committente.

A causa del nuovo software che gestisce l'acquisizione degli accessi in azienda, non è stato possibile disporre del monte ore mensile per ogni ditta esterna per tutto il periodo in esame. Tuttavia, a titolo d'esempio, nel primo semestre del 2017, ultimo periodo di cui sono disponibili i dati, hanno operato mediamente, in attività professionali di diversa natura, poco meno di 400 dipendenti di circa 80 aziende appaltatrici. La presenza in impianto di tali lavoratori è estremamente variabile: per una gran parte si tratta di una presenza saltuaria e/o "a richiesta".

Nella tabella 2.5 si riportano le ore lavorate globalmente dalle aziende esterne e il numero di aziende, a partire dal giugno 2015 e fino all'agosto 2018 (periodo per cui si dispongono dati).

Tabella 2.5. Ore complessive lavorate e numero di aziende con contratti di appalto (1° e 2° livello) suddivise per gli anni di cui si dispone di dati

|              | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Ore lavorate | 96.041      | 165.459     | 141.259     | 114.393     |
| N° aziende   | 91          | 117         | 120         | 109         |

Dall'analisi dell'area di provenienza delle aziende (figura 2.2), nel periodo in cui è disponibile l'informazione, si evidenzia un largo impiego di ditte locali (101) e del Nord Italia (109). Dieci aziende hanno sede legale fuori dal territorio nazionale. Per 25 aziende non è stato possibile recuperare i dati.



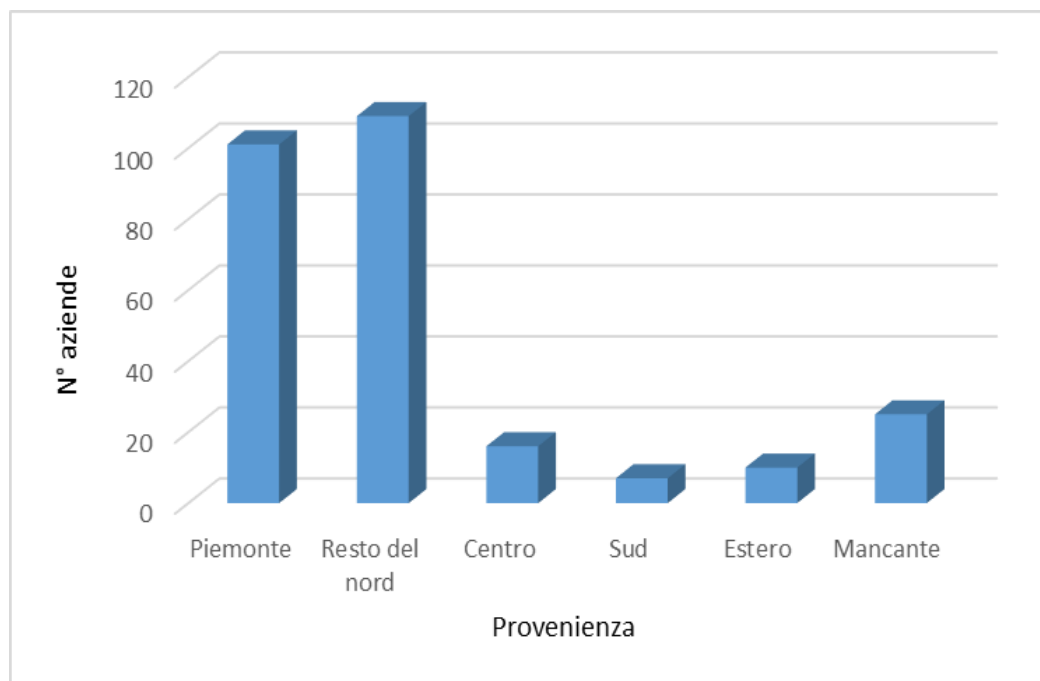


Figura 2.2. Imprese impegnate dal 1/11/2014 al 30/06/2017 suddivise per area di provenienza (sede legale)

Si riporta in tabella 2.6 la suddivisione delle aziende appaltatrici operanti nel corso del 2021, per tipologia di attività svolta e locali maggiormente frequentati. Si può notare come la maggior parte del personale operante in azienda si trovi a lavorare nel locale caldaia e nell'attigua area di stoccaggio big bag.

Tabella 2.6. Imprese e locali a maggior operatività classificate per tipologia di attività nel 2021.

| Attività                               | N° ditte/locali interessati         |           |          |                                      |                                    |          |              |                  |
|--|-------------------------------------|-----------|----------|--------------------------------------|------------------------------------|----------|--------------|------------------|
|  | Sala controllo / cabina gruista RSU | Avanfossa | Fossa    | Vasche scorie/ cabina gruista scorie | Locale caldaia/ stoccaggio big bag | Fornace  | Altri locali | Tutto l'impianto |
| Gestione corrente e attività integrate | -                                   | 1         | 1        | 1                                    | 7                                  | -        | 6            | 2                |
| Attività specifiche                    | -                                   | -         | -        | -                                    | 4                                  | -        | 5            | 3                |
| Sistemi di gestione e controllo        | -                                   | -         | -        | -                                    | 2                                  | -        | 1            | -                |
| Edilizia                               | -                                   | -         | -        | -                                    | -                                  | -        | 1            | 1                |
| Manutenzione                           | 3                                   | 1         | 1        | 1                                    | 8                                  | 4        | 5            | 14               |
| Supervisione                           | -                                   | -         | -        | -                                    | -                                  | -        | 1            | 2                |
| <b>Totale aziende*</b>                 | <b>3</b>                            | <b>1</b>  | <b>2</b> | <b>2</b>                             | <b>21</b>                          | <b>4</b> | <b>19</b>    | <b>22</b>        |

\* la somma per riga non corrisponde al numero di aziende perché una ditta può essere presente in più locali

## 4. Monitoraggio ambientale e metodi

Nell'ambito della prima fase Programma SPoTT il Laboratorio Specialistico Nord Ovest di ARPA Piemonte, tramite il gruppo di lavoro in passato afferente alla "Struttura di Rischio Industriale e Igiene Industriale" che collabora attivamente nella definizione dell'esposizione all'interno dell'impianto, ha svolto numerose attività di monitoraggio riguardanti l'esposizione dei lavoratori:

- in fase ante operam: aprile-giugno 2013
- in periodo sovrapponibile con la seconda fase di biomonitoraggio dei lavoratori TRM operanti sulle linee: aprile-maggio 2015
- in periodo sovrapponibile con il biomonitoraggio dei lavori delle imprese in subappalto: aprile 2016
- in periodo sovrapponibile con la terza fase di biomonitoraggio dei lavoratori TRM operanti sulle linee: marzo-aprile 2017.

Durante tali campagne sono stati monitorati diversi tipi di analiti, organici e inorganici.

Nell'ambito *Programma SPoTT2*, per il periodo 20-23, sono state preventivate ulteriori campagne di monitoraggio annuale comprendenti i parametri già monitorati nelle precedenti campagne, ovvero:

- polveri inalabili e metalli pesanti presenti nelle polveri
- sostanze organiche volatili (VOC)
- aldeidi
- idrogeno solforato (H<sub>2</sub>S)
- ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
- policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF)
- policlorobifenili (PCB)

In aggiunta, *SPoTT2* ha previsto il monitoraggio anche di agenti biologici aerodispersi (batteri, muffe e lieviti).

Una prima campagna era prevista per il 2020, ma è stata temporaneamente sospesa a causa della pandemia di COVID-19 e le attività sono state svolte a cavallo dell'anno successivo. I microinquinanti organici sono stati monitorati tra dicembre del 2020 e febbraio del 2021, mentre i campionamenti microbiologici sono stati eseguiti ad agosto 2021. I risultati relativi a tutte queste attività sono stati presentati nel Report 13.

La seconda campagna, prevista per il 2021, è stata a sua volta condizionata dai ritardi generalizzati nelle forniture di materiali di consumo, che hanno portato allo slittamento di alcuni campionamenti nei primi mesi 2022. In particolare, i campionamenti passivi di sostanze organiche volatili, aldeidi, idrogeno solforato e ammoniaca sono stati eseguiti fra il 29 novembre e il 7 dicembre 2021, i campionamenti di polveri e metalli hanno avuto luogo il 27 gennaio 2022, quelli di IPA e microinquinanti il 29 marzo 2022.

Nel presente report si riportano i risultati di questa seconda campagna, in cui non sono stati ripetuti gli agenti biologici fatti pochi mesi prima.

## 4.1. Campionamenti

Sono state effettuate due tipologie di monitoraggio:

- AMBIENTALE
- PERSONALE

I monitoraggi di tipo “*ambientale*” vengono effettuati in postazioni fisse e la loro finalità è quella di valutare la diffusione degli inquinanti nei reparti e di consentire una mappatura dell'inquinamento nell'ambiente di lavoro e la loro diffusione.

I monitoraggi di tipo “*personale*” sono invece eseguiti applicando il campionatore nelle vicinanze della zona respiratoria degli addetti. In questo modo si ottiene una misura proxi assai vicina a quella di effettiva esposizione del lavoratore alle sostanze inquinanti, che tiene conto delle diverse mansioni lavorative che possono essere svolte durante il turno di lavoro.

Tutti i campionamenti, ad eccezione di quelli riguardanti gli operatori che si occupano della normale conduzione dell'impianto (i cosiddetti “addetti giro”) sono stati di tipo ambientale. In taluni casi (cabine dei gruisti, cabina pesa, portineria) i lavoratori svolgono le loro mansioni unicamente nell'area sottoposta a monitoraggio, e quindi possono essere considerati rappresentativi dell'esposizione personale dei lavoratori.

Le postazioni sottoposte a monitoraggio sono analoghe a quelle identificate nei piani di monitoraggio precedenti, con alcune variazioni. In particolare, in alcune campagne precedenti era presente un'area di stoccaggio di scarti in big-bag, che ora è stata eliminata. La tabella 3.1 riassume i diversi inquinanti misurati nelle rispettive postazioni.

I campionamenti attivi di polveri e metalli hanno avuto una durata di circa 3 ore, in un'unica giornata di campionamento. I monitoraggi passivi hanno invece avuto una durata di

circa 10 giorni, mentre i campionamenti di IPA, diossine e PCB hanno avuto una durata di circa 24 ore.

Tabella 3.1. Campionamenti effettuati per postazione specifica.

|   | Campionamento attivo    |     |                  | Campionamento passivo |     |                       |           |
|---|-------------------------|-----|------------------|-----------------------|-----|-----------------------|-----------|
|   | POLVERI<br>E<br>METALLI | IPA | PCB/<br>Diossine | ALDEIDI               | VOC | IDROGENO<br>SOLFORATO | AMMONIACA |
| Sala controllo                                    | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona lavoro gruista fossa                         | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona avanfossa                                    | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Cabina pesa                                       | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona lavoro gruista scorie                        | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona scarico scorie                               | X                       | X   | X                | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona "gondole"                                    | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Zona scarico ceneri (area sili)                   | X                       | X   | X                | X                     | X   | X                     | X         |
| Portineria  | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Ufficio secondo piano palazzina uffici            | X                       |     |                  | X                     | X   | X                     | X         |
| Primo operatore mansioni varie ("addetto giro")   | X                       |     |                  |                       |     |                       |           |
| Secondo operatore mansioni varie ("addetto giro") | X                       |     |                  |                       |     |                       |           |

#### 4.1.1. Campionamento attivo

I campionamenti attivi vengono effettuati utilizzando un campionatore a flusso costante, ed un sistema di campionamento costituito da un filtro in nitrato di cellulosa in un apposito portafiltro. Una quantità nota di aria viene aspirata attraverso una pompa e depositata sul filtro che è in grado di trattenere le sostanze oggetto della ricerca. Il flusso di campionamento determina una velocità di aspirazione all'imbocco del portafiltro tale da consentire il campionamento della "frazione inalabile". I campioni prelevati vengono poi avviati ad analisi, che avviene per pesata (per la determinazione delle polveri inalabili) e per spettrofotometria ad assorbimento atomico (per la quantificazione dei metalli).

#### 4.1.2. Campionamento passivo

I campionamenti passivi prevedono l'esposizione di una cartuccia adsorbente inserita all'interno di un corpo diffusivo permeabile agli inquinanti ricercati. Le sostanze vengono assorbite tramite diffusione, senza l'utilizzo di pompe aspiranti. La differenza di concentrazione fra l'esterno e l'interno del corpo diffusivo permette l'instaurarsi di un flusso

di inquinanti attraverso il corpo diffusivo stesso, determinato sperimentalmente, che consente la determinazione della concentrazione in massa per volume di aria degli inquinanti ricercati. I campioni vengono poi analizzati con diverse tecniche di cromatografia per la determinazione dei singoli inquinanti.

Il monitoraggio tramite campionatori passivi permette di estendere il periodo di campionamento fino a diversi giorni, in modo da ottenere un dato maggiormente rappresentativo dell'esposizione media; tale tipo di campionatori può essere utilizzato solo in situazioni di attività continua diurna e notturna, come nel caso dell'impianto del Gerbido. A causa dei lunghi tempi di monitoraggio, questi campionamenti possono essere solo ambientali.

## 4.2. Valori di riferimento

Nelle tabella 3.2 sono riportati i valori limite di soglia per esposizioni in ambiente di lavoro dal D.Lgs. 81/08 e dalla ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - 2018), relativi alle sostanze ricercate.

Questi limiti non costituiscono una linea di demarcazione netta tra concentrazioni sicure e pericolose, né un indice relativo di tossicità, ma hanno valore di raccomandazione e possono essere utilizzati come linee guida nella pratica operativa dell'igiene industriale.

Per gli elementi cancerogeni i valori limite sono da ritenersi tutelanti solo per ciò che concerne gli effetti non cancerogeni; per gli effetti cancerogeni, infatti, l'obiettivo preventivo e l'obbligo di legge restano quelli di perseguire il più basso livello di esposizione tecnicamente possibile.

Tabella 3.2. valori limite di soglia per esposizioni in ambiente di lavoro

| COMPOSTO    | VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |                    |
|-------------|---|--------------------|
|             | D.Lgs.81/08 (limite per 8 ore)                            | TLV-TWA ACGIH 2019 |
| Formaldeide | 370   | 370                |
| Acetaldeide |   | 45000*             |

|                              |         |        |
|------------------------------|---------|--------|
| Propionaldeide               |         |        |
| Butilaldeide                 |         |        |
| Benzaldeide                  |         |        |
| Glutaraldeide                |         | 50     |
| Isovaleraldeide              |         |        |
| Valeraldeide                 |         | 176000 |
| Esanale                      |         |        |
| Diclorometano                | 175000  |        |
| Cloroformio                  | 10000   |        |
| 1,1,1 tricloroetano          | 555000  |        |
| Tetracloruro di carbonio     |         | 31000  |
| 1,2 dicloroetano             |         | 40500  |
| Tetracloroetilene            |         | 170000 |
| 1,2 dicloropropano           |         | 46000  |
| Tricloroetilene              |         | 54000  |
| Metil ter butil etere (MTBE) |         |        |
| Etil ter butil etere (ETBE)  |         |        |
| Benzene                      | 3250*   |        |
| Toluene                      |         | 75400  |
| Etilbenzene                  | 442000  |        |
| o,m,p Xileni                 | 221000  |        |
| Stirene                      |         | 85000  |
| Isopropilbenzene (cumene)    |         |        |
| n-Propilbenzene              |         |        |
| 1,2,4-Trimetilbenzene        | 100000  |        |
| Pentano                      | 2000000 |        |
| Esano                        | 72000   |        |
| Eptano                       | 2085000 |        |
| Ammoniacca                   | 14000   | 17000  |
| Idrogeno solforato           | 7000    | 1400   |
| Arsenico                     |         | 10     |
| Cadmio                       |         | 10     |
| Cobalto                      |         | 20     |
| Cromo                        | 500     | 500    |
| Manganese                    | 200     | 20     |
| Nichel                       |         | 100**  |
| Piombo                       | 150     | 50     |
| Rame                         |         | 1000   |
| Selenio                      |         | 200    |
| Vanadio                      |         | 50***  |
| Zinco                        |         |        |

\* Valore che non deve essere mai superato

\*\* Riferito ai composti solubili

\*\*\* Riferito al pentossido di Vanadio

### 4.3. Risultati dei monitoraggi ambientali

Ad eccezione dei parametri diossine, furani e PCB, le concentrazioni in aria sono state normalizzate nelle seguenti condizioni: Temperatura = 298 K e Pressione = 1013 mbar. Le concentrazioni delle polveri inalabili sono espresse in milligrammi per metro cubo (mg/m<sup>3</sup>); le concentrazioni dei singoli metalli sono espresse in microgrammi per metro cubo (µg/m<sup>3</sup>). Le concentrazioni riscontrate durante i monitoraggi sono state messe a confronto con i valori limite riportati nel paragrafo 3.2.

Nell'Appendice A sono riportate tutte le tabelle con i risultati analitici relativi alle sostanze ricercate.

#### 4.3.1. Sostanze organiche volatili

Nella tabella 3.3 sono riportati i risultati analitici relativi alle sostanze organiche volatili monitorate nelle 10 aree dell'impianto.

Come già riscontrato nelle campagne di monitoraggio relative agli anni precedenti, le concentrazioni di sostanze organiche volatili misurate risultano contenute. I valori ottenuti dalle misure si situano infatti per molte sostanze sempre al di sotto del limite di sensibilità strumentale; quando il limite di sensibilità strumentale viene superato, i valori ottenuti sono dell'ordine di quelli normalmente misurati in ambiente esterno nella stessa stagione, e abbondantemente inferiori ai limiti di esposizione professionale per i lavoratori.

Nella campagna dell'anno precedente si riscontravano valori leggermente più elevati per il tricloroetilene, non riscontrati nella presente campagna di monitoraggio.

Per un approfondimento sui valori presenti normalmente in ambiente esterno, si può utilizzare come riferimento la serie di campagne di misura effettuate da ARPA Piemonte per alcuni inquinanti non convenzionali, negli anni fra il 2014 e il 2017, reperibile all'URL [http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-2018/relazione-finale-progetto-monitoraggio-outdoor.pdf/at\\_download/file](http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-2018/relazione-finale-progetto-monitoraggio-outdoor.pdf/at_download/file).

Si può quindi affermare che per le postazioni in cui sono state eseguite le misure, le sostanze organiche volatili non costituiscono un fattore di rischio occupazionale.

#### 4.3.2. *Aldeidi*

La tabella 3.4 riporta le concentrazioni delle aldeidi ricercate nelle 10 aree dell'impianto, che sono tra le sostanze di maggior interesse sotto l'aspetto dell'esposizione dei lavoratori.

Le aldeidi non sono presenti fra le sostanze normalmente utilizzate per la gestione dell'impianto, e la presenza di aldeidi in forma libera all'interno dei rifiuti avviati a smaltimento è da considerarsi piuttosto improbabile. Tuttavia, le aldeidi possono essere generate tanto dai processi di combustione quanto da processi di ossidazione di altre sostanze che possono invece essere presenti nel ciclo dei rifiuti.

Come già osservato per le sostanze organiche volatili, le concentrazioni misurate sono comunque da ritenersi molto contenute, e sono dell'ordine di grandezza di quelle comunemente riscontrate in ambienti esterni. Se confrontate con i valori limite di concentrazione di formaldeide in ambiente di lavoro, sostanza per la quale i valori limite di concentrazione sono i più restrittivi fra le aldeidi, le concentrazioni misurate sono inferiori a 1/100 del valore limite di esposizione.

Anche per le aldeidi si può quindi affermare che nelle postazioni sottoposte a misura non vi è un rischio occupazionale per i lavoratori coinvolti.

Il confronto con le misure effettuate nel 2020 non presenta variazioni di rilievo; le differenze di concentrazione possono essere attribuite alle normali variazioni della presenza delle sostanze aerodisperse in aria, e rientrano comunque nei normali scostamenti delle misure di inquinanti aerodispersi. Si confermano le concentrazioni di aldeidi leggermente più elevate riscontrate presso la cabina pesa, già osservate nella campagna 2020.

#### 4.3.3. *Idrogeno solforato e ammoniaca*

Nella tabella 3.5 sono riportate le concentrazioni di idrogeno solforato e ammoniaca rilevate nelle 10 aree dell'impianto.

L'idrogeno solforato è un gas nocivo, dal caratteristico odore sgradevole, che può essere presente in diverse lavorazioni industriali. Nel caso dello smaltimento dei rifiuti, la sua presenza può essere legata alla degradazione anaerobica di materiale organico contenente zolfo. In tutte le postazioni sottoposte a monitoraggio le concentrazioni di idrogeno solforato sono inferiori al limite di sensibilità strumentale.



Anche l'ammoniaca può avere origine da processi di decomposizione anaerobica di composti contenenti azoto, e la sua presenza in aria è da considerarsi ubiquitaria, a causa delle emissioni diffuse di tale inquinante soprattutto nel comparto dell'agricoltura. Presso l'impianto TRM sono state misurate concentrazioni di ammoniaca comprese fra 0.8 e 21 microgrammi al metro cubo.

ARPA Piemonte misura il parametro ammoniaca nella stazione di misura della qualità dell'aria di Torino Lingotto: il valore medio misurato nel mese di dicembre 2021 in tale postazione è pari a circa 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si può pertanto affermare che le concentrazioni di ammoniaca misurate presso l'impianto TRM sono dello stesso ordine di grandezza di quelle misurate in aria ambiente nel medesimo periodo.

#### **4.3.4. Polveri inalabili e metalli**

Nella tabella 3.6 sono riportati i valori dei campionamenti di polveri inalabili e metalli effettuati nelle 10 aree dell'impianto monitorate e per i due campionamenti personali degli addetti giro.

Le polveri inalabili sono rappresentate dalla frazione del particolato atmosferico in grado di introdursi all'interno delle vie respiratorie delle persone esposte. La norma UNI:EN 481:1994 fissa convenzionalmente tale frazione al 50% delle particelle con diametro aerodinamico pari a 100  $\mu\text{m}$ .

Le misure effettuate presso l'impianto TRM evidenziano concentrazioni contenute di polveri inalabili in tutte le postazioni sottoposte a monitoraggio, se confrontate con le esposizioni a polveri presenti in altri comparti produttivi. Per le particelle insolubili in acqua e a bassa tossicità la ACGIH raccomanda un valore di esposizione inferiore a 10  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Si ritiene che tale indicazione sia però scarsamente applicabile alle polveri aerodisperse presso l'impianto TRM, dal momento che non è possibile conoscere l'esatta natura del particolato a cui i lavoratori sono esposti. Tuttavia, il valore di 10  $\text{mg}/\text{m}^3$  può rappresentare una indicazione generale con cui confrontare i valori di polveri inalabili misurati, che risultano pari a circa 1/20 di tale valore.

I campioni personali degli "addetti giro", a maggiore esposizione potenziale, presentano anch'essi concentrazioni contenute di polveri. Va osservato che nelle zone di lavoro dove le esposizioni possono essere più intense è fatto obbligo ai lavoratori di indossare dispositivi di protezione adeguati.

L'analisi dei metalli, effettuata sul materiale raccolto durante il campionamento delle polveri inalabili, evidenzia sempre concentrazioni inferiori o di poco superiore al limite di sensibilità dello strumento. Anche per i metalli si può quindi affermare che nelle postazioni sottoposte a misura non vi è rischio occupazionale per i lavoratori.

#### 4.3.5. *Diossine, furani e PCB*

La tabella 3.7 riporta i risultati dei campionamenti di diossine, furani e policlorobifenili (PCB) effettuati nelle due zone dell'impianto monitorate. I valori sono espressi come "medium bound": quando uno dei parametri da sommare è inferiore al limite di sensibilità strumentale, la sua concentrazione viene assunta come pari alla metà di detto valore.

Con il termine generico di "diossine" e "furani" si indica un gruppo composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF). Si tratta di composti che non vengono prodotti intenzionalmente, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi, fra cui la combustione. Sono sostanze semivolatili, termostabili, insolubili in acqua e altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica. A causa della loro presenza ubiquitaria tendono, nel tempo, ad accumularsi nei tessuti e organi dell'uomo e degli animali, e sono dotati di alta persistenza nella catena alimentare. Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani; di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

I policlorobifenili (PCB) sono una serie di composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Si tratta di molecole di sintesi, prodotte commercialmente fin dal 1930, sebbene attualmente in buona parte banditi a causa della loro tossicità e della loro tendenza a bioaccumularsi. A differenza delle diossine, quindi, i PCB sono sostanze chimiche largamente prodotte tramite processi industriali per le loro proprietà chimico-fisiche. Sono composti molto stabili, poco solubili in acqua, altamente solubili nei grassi e nei solventi organici. Non sono infiammabili, si decompongono a temperature oltre i 1000°C. Solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB dioxin-like, PCB diossina simili (PCB DL).

Generalmente PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati nelle diverse matrici come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità.

Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente, TEF. I fattori di tossicità equivalente si basano sulla considerazione che PCDD, PCDF e PCB diossina-simili sono composti strutturalmente simili che producono effetti tossici basati sugli stessi meccanismi tossicologici (attivazione del recettore Ah). Per esprimere invece la concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB nelle diverse matrici si è introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i valori TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni, espresse nell'unità di misura tipica della matrice in cui vengono ricercate.

Per la valutazione dei risultati non esistono valori limite di esposizione in ambienti di lavoro, né soglie di riferimento di valori limite in aria a livello nazionale o regionale. L'unico riferimento reperito in letteratura, esclusivamente per PCDD e PCDF nell'aria ambiente, sono le linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) pari a 150 fg I-TEQ/m<sup>3</sup>.

Si sottolinea l'importanza dell'assoluto rispetto delle disposizioni che obbligano i lavoratori addetti a operazioni nelle zone dove sono avvenute le misure ad adottare dispositivi di protezione individuale per le vie respiratorie e per la cute, in modo da ridurre l'esposizione a diossine, furani e PCB ai minimi livelli raggiungibili. Allo stesso modo si ritiene necessario che durante le operazioni di caricamento dei camion utilizzati per il trasporto delle scorie e delle ceneri i portelli del locale siano chiusi, in modo da minimizzare la fuoriuscita all'esterno di polveri potenzialmente contaminate.

I valori misurati presso l'impianto TRM risultano inferiori a tale valore nella zona di raccolta scorie, mentre risulta superiore nella zona di scarico dei silos ceneri (sebbene tenendo conto dell'incertezza della misura il valore misurato scenda al di sotto del valore guida indicato dalle LAI). Il confronto con i dati misurati nell'anno precedente nelle medesime postazioni evidenzia come non vi siano sostanziali variazioni delle concentrazioni misurate.

#### **4.3.6.      *Idrocarburi policiclici aromatici***

Nella tabella 3.8 sono riportate le concentrazioni di IPA rilevate nelle due aree soggette al monitoraggio. Le sommatorie sono state effettuate utilizzando il criterio "lower bound": i valori inferiori al limite di sensibilità strumentale sono stati posti uguali a zero.

Il campionamento di IPA avviene in due frazioni separate: un campionatore dotato di filtro serve per la misura della frazione di IPA adsorbita al materiale particolato atmosferico, mentre un secondo campionatore dotato di fiala adsorbente raccoglie la frazione allo stato di vapore. La concentrazione nel punto di campionamento viene espressa come la somma dei due valori.

Non esistono valori limite fissati dalla normativa per le concentrazioni di IPA in ambienti di lavoro: la ACGIH raccomanda che le concentrazioni vengano mantenute al minimo valore raggiungibile. La normativa ambientale in materia di qualità dell'aria fissa per il benzo[a]pirene un valore limite di 1 ng/m<sup>3</sup>, espresso come media annua.

Le concentrazioni di benzo[a]pirene riscontrate nei due punti di monitoraggio sono inferiori a tale limite, e sono confrontabili con le medie annue riscontrate in stazioni di misura della qualità dell'aria situate in contesti urbani a traffico veicolare contenuto (via Rubino, Lingotto).

Le concentrazioni di IPA totali misurate sono confrontabili con quelle comunemente misurate dalla struttura di Igiene Industriale nei campioni cosiddetti "di fondo" durante le campagne di misura in insediamenti industriali (ad esempio negli uffici, o in esterno nelle immediate vicinanze dell'insediamento produttivo dove viene eseguita la campagna di misura).

Per quanto le concentrazioni siano quindi da ritenersi contenute, si ribadiscono le raccomandazioni citate relativamente alle diossine e ai PCB sulla opportunità di mantenere adeguata attenzione alla chiusura dei portoni durante le operazioni di movimentazione e sull'uso di dispositivi di protezione in caso di attività lavorativa prolungata nelle due zone sottoposte a monitoraggio: tali procedure permettono infatti di limitare la diffusione di IPA anche in zone delle aree esterne non direttamente interessate dalle lavorazioni.

## 5. Conclusioni

La linea di attività che il programma *SPoTT2* ha dedicato ai lavoratori dell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino comprende diverse azioni: il monitoraggio della coorte degli addetti al termovalorizzatore (dipendenti TRM) attraverso la raccolta e l'aggiornamento periodico di informazioni anagrafiche, lavorative e di salute; il monitoraggio delle aziende con

appalti di primo e secondo livello; il monitoraggio delle esposizioni ambientali all'interno dell'impianto. Le attività di biomonitoraggio effettuate nel programma *SPoTT1* hanno mostrato una diminuzione dopo tre anni dall'avvio dell'impianto nelle concentrazioni della maggior parte dei metalli; anche gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) idrossilati, i PCB e le diossine hanno mostrato livelli paragonabili o inferiori rispetto a quelli misurati prima dell'avvio dell'impianto. Tutti i risultati ottenuti sono coerenti con quelli rilevati in altri programmi di biomonitoraggio di lavoratori di impianti di incenerimento reperibili nella letteratura scientifica. Tale linea di attività è stata pertanto interrotta, affidando il controllo delle esposizioni cui sono sottoposti tutti gli addetti presenti in impianto al monitoraggio degli ambienti di lavoro. Nel caso in cui i dati ambientali dovessero segnalare un significativo aumento dell'esposizione o si fosse in presenza di incidenti critici, si valuterà l'ipotesi di nuovi prelievi biologici.

La raccolta delle informazioni sui lavoratori, compresi quelli delle numerose imprese esterne, permette di descrivere la situazione in azienda e di costituire una coorte potenzialmente utile per approfondimenti futuri. Nel periodo di esercizio commerciale (avviato a fine 2014) in impianto è presente personale TRM impegnato sia nella gestione delle linee sia nella parte amministrativa e dirigenziale, per un totale di circa 629.000 ore lavorate fino al 31/12/2021. Nel 2021 i lavoratori sono 54 di cui 38 dedicati alle linee. L'attività affidata a imprese terze è molto imponente, sebbene i singoli lavoratori siano per la maggior parte in forma saltuaria e/o "a richiesta". L'attività riguarda il global service, comprendente diversi servizi ausiliari alla produzione, quali la manutenzione, la pulizia e la guardiania, e coinvolge nel 2021 60 ditte esterne. Molte di queste ditte svolgono mansioni potenzialmente più esposte alle sostanze pericolose: sono 21 quelle che operano nel locale caldaia e nell'attigua area di stoccaggio big bag. Risulta pertanto importante continuare a raccogliere informazioni riguardanti queste imprese, migliorando il flusso di dati in uso: dal 2019 infatti non sono più state trasmesse le ore lavorate.

Il monitoraggio degli ambienti di lavoro è il principale strumento di controllo delle esposizioni cui sono sottoposti tutti gli addetti presenti in impianto, a qualunque impresa essi facciano riferimento. Nella campagna di prelievi effettuata fra novembre 2021 e marzo 2022 sono stati misurati inquinanti appartenenti a diverse categorie: sostanze organiche volatili, polveri inalabili, metalli, aldeidi, ammoniaca, idrogeno solforato, idrocarburi policiclici aromatici, diossine, furani e PCB.

Per tutte le sostanze misurate sono state riscontrate concentrazioni di inquinanti decisamente inferiori ai valori limite di esposizione previsti per gli ambienti di lavoro dalla

normativa italiana e dalle principali organizzazioni internazionali; risultano generalmente confrontabili con i valori comunemente riscontrati in ambiente di vita outdoor, con la sola eccezione della sommatoria diossine – furani – pcb, che si mantiene comunque molto prossima a tali valori. Si segnalano due aree da monitorare con attenzione nel corso dei prossimi controlli: la cabina pesa, ove sono state riscontrate concentrazioni di aldeidi leggermente più elevate, già osservate nella campagna 2020; la zona di scarico dei silos ceneri ove i valori misurati di diossine, furani e PCB risultano superiori a quelli indicati nelle linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale).

Proprio per minimizzare la dispersione ambientale di diossine, pcb, furani e IPA si raccomanda la massima cura nella chiusura dei portoni delle aree scorie e ceneri durante le operazioni di movimentazione, e l'utilizzo di dispositivi di protezione da parte dei lavoratori addetti a operazioni prolungate in tali aree.

## APPENDICE A: Risultati analitici monitoraggio ambientale – tabelle

Tab 3.3. Sostanze organiche volatili nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

| COMPOSTO                     | CAMPIONE<br>1  | CAMPIONE<br>2             | CAMPIONE<br>3  | CAMPIONE<br>4 | CAMPIONE<br>5              | CAMPIONE<br>6       | CAMPIONE<br>7 | CAMPIONE<br>8       | CAMPIONE<br>9 | CAMPIONE<br>10                  |
|------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------------------|
|                              | Sala controllo | Zona lavoro gruista fossa | Zona avanfossa | Cabina pesa   | Zona lavoro gruista scorie | Zona scarico scorie | Zona Gondole  | Zona scarico ceneri | Portineria    | Ufficio secondo piano palazzina |
| Diclorometano                | < 1,7          | < 1,7                     | < 1,7          | < 1,7         | < 1,7                      | < 1,7               | < 1,7         | < 1,7               | < 1,8         | < 1,8                           |
| Cloroformio                  | < 0,2          | < 0,2                     | 0,6            | < 0,2         | < 0,2                      | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2                           |
| 1,1,1 tricloroetano          | < 0,3          | < 0,3                     | < 0,3          | < 0,3         | < 0,3                      | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3                           |
| Tetracloruro di carbonio     | 0,5            | 0,6                       | 0,5            | 0,5           | 0,5                        | 0,5                 | 0,5           | 0,6                 | 0,5           | 0,5                             |
| 1,2 dicloroetano             | < 0,2          | < 0,2                     | < 0,2          | < 0,2         | < 0,2                      | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2                           |
| Tetracloroetilene            | 1,3            | 1,4                       | 1,3            | 1,3           | 1,3                        | 1,2                 | 1,3           | 1,2                 | 1,1           | 1,2                             |
| 1,2 dicloropropano           | < 0,2          | < 0,2                     | < 0,2          | < 0,2         | < 0,2                      | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2                           |
| Tricloroetilene              | < 0,2          | < 0,2                     | < 0,2          | < 0,2         | < 0,2                      | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2               | < 0,2         | < 0,2                           |
| Metil ter butil etere (MTBE) | < 2,4          | < 2,4                     | < 2,4          | < 2,4         | < 2,4                      | < 2,4               | < 2,4         | < 2,4               | < 2,5         | < 2,5                           |
| Etil ter butil etere (ETBE)  | < 2,5          | < 2,5                     | < 2,5          | < 2,5         | < 2,5                      | < 2,5               | < 2,5         | < 2,5               | < 2,6         | < 2,6                           |
| Benzene                      | 2,1            | 1,9                       | 2,1            | 2,1           | 2,1                        | 2,1                 | 2,7           | 2,1                 | 2,6           | 2,0                             |
| Toluene                      | 4,8            | 4,8                       | 5,7            | 5,7           | 5,3                        | 5,0                 | 5,9           | 5,1                 | 6,7           | 5,4                             |
| Etilbenzene                  | 0,8            | 0,8                       | 0,9            | 0,9           | 0,9                        | 0,8                 | 1,0           | 0,8                 | 1,0           | 0,8                             |
| o,m,p Xileni                 | 3,2            | 3,4                       | 4,1            | 3,5           | 3,5                        | 3,3                 | 3,9           | 3,4                 | 4,5           | 3,3                             |
| Stirene                      | < 2,5          | < 2,5                     | < 2,5          | < 2,5         | < 2,5                      | < 2,5               | < 2,5         | < 2,5               | < 2,6         | < 2,6                           |
| Isopropilbenzene (cumene)    | < 0,3          | < 0,3                     | < 0,3          | < 0,3         | < 0,3                      | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3                           |
| n-Propilbenzene              | < 0,3          | < 0,3                     | < 0,3          | < 0,3         | < 0,3                      | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3               | < 0,3         | < 0,3                           |
| 1,2,4-Trimetilbenzene        | 0,7            | 0,7                       | 1,1            | 0,8           | 0,8                        | 0,7                 | 0,9           | 0,7                 | 1,0           | 0,9                             |
| Pentano                      | 3,7            | 3,8                       | 4,2            | 4,9           | 3,8                        | 3,4                 | 4,1           | 3,5                 | 5,0           | 5,2                             |
| Esano                        | < 2,4          | < 2,4                     | < 2,4          | < 2,4         | < 2,4                      | < 2,4               | < 2,4         | < 2,4               | < 2,4         | < 2,4                           |
| Eptano                       | < 2,7          | < 2,7                     | < 2,7          | < 2,7         | < 2,7                      | < 2,7               | < 2,7         | < 2,7               | < 2,8         | < 2,8                           |

Tab 3.4. Concentrazioni delle aldeidi monitorate nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

|                 | CAMPIONE<br>1  | CAMPIONE<br>2             | CAMPIONE<br>3  | CAMPIONE<br>4 | CAMPIONE<br>5              | CAMPIONE<br>6       | CAMPIONE<br>7 | CAMPIONE<br>8       | CAMPIONE<br>9 | CAMPIONE<br>10                  |
|-----------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------------------|
| COMPOSTO        | Sala controllo | Zona lavoro gruista fossa | Zona avanfossa | Cabina pesa   | Zona lavoro gruista scorie | Zona scarico scorie | Zona Gondole  | Zona scarico ceneri | Portineria    | Ufficio secondo piano palazzina |
| Formaldeide     | 2,5            | 2,7                       | 2,7            | 3,3           | 2,5                        | 2,5                 | 2,5           | 2,4                 | 2,7           | 2,8                             |
| Acetaldeide     | 7,2            | 5,9                       | 3,5            | 21,3          | 7,4                        | 10,2                | 15,7          | 3,0                 | 9,5           | 7,3                             |
| Propionaldeide  | 0,9            | 1,5                       | 0,8            | < 0,0         | 1,6                        | 1,4                 | 2,0           | 0,4                 | 1,1           | 1,5                             |
| Butiraldeide    | 6,0            | 6,9                       | 6,5            | 12,1          | 7,3                        | 12,1                | 20,7          | < 0,1               | 23,9          | 5,8                             |
| Benzaldeide     | < 0,0          | < 0,0                     | < 0,0          | < 0,0         | 0,3                        | < 0,0               | < 0,0         | < 0,0               | < 0,0         | < 0,0                           |
| Glutaraldeide   | 0,52           | < 0,02                    | < 0,02         | < 0,02        | < 0,02                     | < 0,02              | < 0,02        | < 0,02              | < 0,02        | < 0,02                          |
| Isovaleraldeide | < 0,03         | < 0,03                    | < 0,03         | < 0,03        | 0,08                       | 0,56                | 0,92          | < 0,03              | < 0,03        | < 0,03                          |
| Valeraldeide    | 1,2            | 1,3                       | 0,8            | 1,2           | 1,5                        | 1,8                 | 2,6           | 0,6                 | 0,9           | 1,1                             |
| Esanale         | 0,8            | 1,1                       | 0,5            | 1,3           | 1,6                        | 1,9                 | 3,0           | 0,3                 | 1,1           | 1,3                             |

Tab 3.5. Concentrazioni di idrogeno solforato e ammoniaca nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

|                    | CAMPIONE<br>1  | CAMPIONE<br>2             | CAMPIONE<br>3  | CAMPIONE<br>4 | CAMPIONE<br>5              | CAMPIONE<br>6       | CAMPIONE<br>7 | CAMPIONE<br>8       | CAMPIONE<br>9 | CAMPIONE<br>10                  |
|--------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------|----------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------------------|
| COMPOSTO           | Sala controllo | Zona lavoro gruista fossa | Zona avanfossa | Cabina pesa   | Zona lavoro gruista scorie | Zona scarico scorie | Zona Gondole  | Zona scarico ceneri | Portineria    | Ufficio secondo piano palazzina |
| Idrogeno solforato | < 1,3          | < 1,3                     | < 1,3          | < 1,3         | < 1,3                      | < 1,3               | < 1,3         | < 1,3               | < 1,4         | < 1,4                           |
| Ammoniaca          | 21,0           | 13,2                      | 18,4           | 15,8          | 5,2                        | 3,0                 | 3,9           | 15,5                | 5,0           | 0,8                             |



Tab 3.6. Polveri inalabili e metalli relativi ai monitoraggi ambientali e personali (unità di misura specificate in tabella).

|                   |           | CAMPIONE 1           | CAMPIONE 2                | CAMPIONE 3     | CAMPIONE 4  | CAMPIONE 5                 | CAMPIONE 6          | CAMPIONE 7   | CAMPIONE 8          | CAMPIONE 9 | CAMPIONE 10                     | CAMPIONE 11                                | CAMPIONE 12                                  |
|-------------------|-----------|----------------------|---------------------------|----------------|-------------|----------------------------|---------------------|--------------|---------------------|------------|---------------------------------|--|--|
| Composto          | CAS       | Sala controllo       | Zona lavoro gruista fossa | Zona avanfossa | Cabina pesa | Zona lavoro gruista scorie | Zona scarico scorie | Zona Gondole | Zona scarico ceneri | Portineria | Ufficio secondo piano palazzina | Primo operatore "addetto giro" (personale) | Secondo operatore "addetto giro" (personale) |
|                   |           | (mg/m <sup>3</sup> ) |                           |                |             |                            |                     |              |                     |            |                                 |  |  |
| Polveri Inalabili |           | < 0,15               | < 0,16                    | 0,49           | < 0,15      | 0,45                       | 0,15                | < 0,16       | 0,21                | 0,31       | < 0,17                          | 0,49                                       | 0,20   |
|                   |           | (µg/m <sup>3</sup> ) |                           |                |             |                            |                     |              |                     |            |                                 |  |  |
| Arsenico          | 7440-38-2 | < 0,31               | < 0,32                    | < 0,30         | < 0,30      | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | < 0,32              | < 0,32     | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Cadmio            | 7440-43-9 | < 0,03               | < 0,03                    | < 0,03         | < 0,03      | < 0,03                     | 0,03                | < 0,03       | < 0,03              | 0,05       | < 0,03                          | < 0,03                                     | < 0,04                                       |
| Cobalto           | 7440-48-4 | < 0,31               | < 0,32                    | < 0,30         | < 0,30      | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | < 0,32              | < 0,32     | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Cromo             | 7440-47-3 | < 1,53               | < 1,58                    | < 1,52         | < 1,52      | < 1,53                     | < 1,53              | < 1,58       | < 1,58              | < 1,62     | < 1,68                          | < 1,75                                     | < 1,78                                       |
| Manganese         | 7439-96-5 | < 0,31               | < 0,32                    | 0,46           | 0,30        | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | 0,32                | < 0,32     | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Nichel            | 7440-02-0 | < 0,31               | < 0,32                    | 0,61           | 0,30        | < 0,31                     | 0,46                | < 0,32       | < 0,32              | < 0,32     | < 0,34                          | 0,52                                       | < 0,36                                       |
| Piombo            | 7439-92-1 | < 0,31               | < 0,32                    | < 0,30         | < 0,30      | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | < 0,32              | 0,65       | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Rame              | 7440-50-8 | < 1,53               | < 1,58                    | 2,28           | 1,98        | 1,69                       | < 1,53              | 2,21         | < 1,58              | < 1,62     | < 1,68                          | 1,92                                       | 2,13   |
| Selenio           | 7782-49-2 | < 0,31               | < 0,32                    | < 0,30         | < 0,30      | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | < 0,32              | < 0,32     | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Vanadio           | 7440-62-2 | < 0,31               | < 0,32                    | < 0,30         | < 0,30      | < 0,31                     | < 0,31              | < 0,32       | < 0,32              | < 0,32     | < 0,34                          | < 0,35                                     | < 0,36                                       |
| Zinco             | 7440-66-6 | < 3,06               | < 3,16                    | < 3,04         | < 3,04      | < 3,07                     | < 3,07              | < 3,16       | < 3,16              | 3,73       | < 3,36                          | < 3,50                                     | < 3,55                                       |

Tab 3.7. Concentrazioni di diossine, furani e PCB nelle due aree dell'impianto monitorate (unità di misura specificate in tabella, risultati espressi come "medium bound").

|  |                     | CAMPIONE 1                 |            | CAMPIONE 2                |            |
|--|---------------------|----------------------------|------------|---------------------------|------------|
| COMPOSTO   | Unità di misura     | zona fossa raccolta scorie |            | zona scarico silos ceneri |            |
|  |                     | risultato                  | incertezza | risultato                 | incertezza |
| Somma PCDD/PCDF (I-TEQ)                          | pgTE/m <sup>3</sup> | 84                         | ± 35       | 226                       | ± 95       |
| Somma PCDD/PCDF(WHO-TEQ)                         | pgTE/m <sup>3</sup> | 68                         | ± 29       | 203                       | ± 85       |
| Somma PCDD/PCDF + PCB (WHO-TEQ) *                | pgTE/m <sup>3</sup> | 77                         | ± 33       | 211                       | ± 89       |
| Policlorobifenili totali (PCB) pg/m <sup>3</sup> | pg/m <sup>3</sup>   | 320                        | ± 192      | 223                       | ± 134      |

\* Parametro per il quale è presente un valore guida all'interno delle linee guida tedesche LAI

Tab 3.8. Concentrazioni di IPA nelle due aree dell'impianto monitorate (dati espressi in ng/m<sup>3</sup>).

| Sostanza                            | CAS                     | Informazioni Sostanze Classificate             |  | Zona scarico scorie  |                      |                      | Zona scarico silos ceneri |            |        |
|-------------------------------------|-------------------------|--|--|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|------------|--------|
|                                     |                         |  |  | Campione 1           | Campione 2           | TOTALE               | Campione 3                | Campione 5 | TOTALE |
|                                     |                         |  |  | FILTRO               | FIALA                |                      | FILTRO                    | FIALA      |        |
| Categoria di pericolo               | Indicazioni di pericolo | (ng/m <sup>3</sup> )                           | (ng/m <sup>3</sup> )   | (ng/m <sup>3</sup> ) | (ng/m <sup>3</sup> ) | (ng/m <sup>3</sup> ) | (ng/m <sup>3</sup> )      |            |        |
| ACENAFTILENE                        | 208-96-8                | NON CLASSIFICATO                               |  | < 2,8                | < 5                  | < 5                  | < 1,2                     | < 2,2      | < 2,2  |
| ACENAFTENE                          | 83-32-9                 | NON CLASSIFICATO                               |  | < 2,8                | < 5                  | < 5                  | < 1,2                     | < 2,2      | < 2,2  |
| FLUORENE                            | 86-73-7                 | NON CLASSIFICATO                               |  | < 2,82               | < 4,7                | < 4,7                | < 1,2                     | < 2,2      | < 2,2  |
| FENANTRENE                          | 85-01-8                 | NON CLASSIFICATO                               |  | < 2,8                | < 5                  | < 5                  | 1,9                       | 3          | 4,90   |
| ANTRACENE                           | 120-12-7                | NON CLASSIFICATO                               |  | 0,04                 | 0,1                  | 0,14                 | 0,05                      | < 0,01     | 0,05   |
| FLUORANTENE                         | 206-44-0                | NON CLASSIFICATO                               |  | < 2,8                | < 4,7                | < 4,7                | < 1,2                     | < 2,2      | < 2,2  |
| PIRENE                              | 129-00-0                | NON CLASSIFICATO                               |  | 0,71                 | 0,1                  | 0,8                  | 0,8                       | 0,6        | 1,4    |
| BENZO(a)ANTRACENE                   | 56-55-3                 | Carc. 1B, Acquatic Acute 1, Acquatic Chronic 1 | H350:Può provocare il cancro. H400. H410   | < 0,01               | < 0,02               | <0,02                | 0,17                      | < 0,01     | 0,17   |
| CRISENE                             | 218-01-9                | Carc. 1B; Muta. 2;                             | H350:Può provocare il cancro;<br>H341:Sospettato di provocare alterazioni genetiche  | 0,49                 | < 0,02               | 0,49                 | 0,35                      | < 0,01     | 0,35   |
| BENZO(b)FLUORANTENE                 | 205-99-2                | Carc. 1B, Acquatic Acute 1, Acquatic Chronic 1 | H350:Può provocare il cancro. H400. H410   | 0,43                 | 0,07                 | 0,50                 | 0,35                      | 0,09       | 0,44   |
| BENZO(k)FLUORANTENE                 | 207-08-9                | Carc. 1B, Acquatic Acute 1, Acquatic Chronic 1 | H350:Può provocare il cancro. H400. H410   | 0,18                 | 0,04                 | 0,22                 | 0,16                      | 0,05       | 0,21   |
| BENZO(a)PIRENE                      | 50-32-8                 | Carc. 1B, Muta. 1B, Repr. 1B, Skin Sens. 1     | H350 Può provocare il cancro. H340 Può provocare alterazioni genetiche. H360FD Può nuocere alla fertilità. Può nuocere al feto. H317:Può provocare una reazione allergica cutanea. | 0,28                 | < 0,02               | 0,28                 | 0,28                      | 0,03       | 0,31   |
| DIBENZO(a,h)ANTRACENE               | 57-70-3                 | Carc. 1B, Acquatic Acute 1, Acquatic Chronic 1 | H350:Può provocare il cancro. H400. H410   | < 0,01               | < 0,02               | < 0,02               | < 0,01                    | < 0,01     | < 0,01 |
| BENZO(g,h,i)PERILENE                | 191-24-2                | NON CLASSIFICATO                               |  | 0,37                 | < 0,02               | 0,37                 | 0,28                      | < 0,01     | 0,28   |
| INDENO(1,2,3-cd)PIRENE              | 193-39-5                | NON CLASSIFICATO                               |  | 0,42                 | < 0,02               | 0,42                 | 0,35                      | < 0,01     | 0,35   |
| IPA CANCEROGENI - H350 (sommatoria) |                         |  |  | 1,49                 |                      |                      | 1,48                      |            |        |
| IPA TOTALI (sommatoria)             |                         |  |  | 3,23                 |                      |                      | 8,46                      |            |        |