



Sorveglianza sulla salute della
Popolazione nei pressi del
Termovalorizzatore di
Torino

Rapporto n° 20

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

Ottobre 2025

Rapporto a cura di

Elena Farina, Antonella Bena, Roberto Gnani

**Struttura Complessa Servizio Sovrazonale di Epidemiologia - ASL T03*

Cristiana Ivaldi

**Struttura Semplice Epidemiologia Ambientale – ARPA Piemonte*

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

**Laboratorio specialistico strumentale del Piemonte Nord Ovest - 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

Sintesi del ventesimo rapporto di studio.....	3
1. Introduzione	5
2. L'impianto	7
2.1. Il percorso dei rifiuti	9
2.1.1. <i>Il conferimento</i>	9
2.1.2. <i>Lo stoccaggio</i>	9
2.1.3. <i>La combustione</i>	9
2.1.4. <i>La depurazione dei fumi</i>	9
2.1.5. <i>La gestione dei residui</i>	10
3. Imprese e lavoratori operanti presso l'impianto.....	12
3.1. Periodo di gestione provvisoria.....	13
3.1.1. <i>Coorte TRM</i>	13
3.1.2. <i>Aziende esterne</i>	13
3.2. Periodo di esercizio commerciale	15
3.2.1. <i>Coorte TRM</i>	15
3.2.2. <i>Aziende esterne</i>	16
4. Monitoraggio ambientale e metodi	19
4.1. Campionamenti	20
4.1.1. <i>Campionamento attivo</i>	21
4.1.2. <i>Campionamento passivo</i>	22
4.2. Valori di riferimento	22
4.3. Risultati dei monitoraggi ambientali.....	24
4.3.1. <i>Sostanze organiche volatili</i>	24
4.3.1. <i>Aldeidi</i>	25
4.3.2. <i>Idrogeno solforato e ammoniaca</i>	26
4.3.3. <i>Polveri inalabili e metalli</i>	27
4.3.4. <i>Diossine, furani e PCB</i>	28
5. Monitoraggio di agenti biologici	32
5.1. Analisi e metodi strumentali	32
5.1.1. <i>Parametri ricercati e Metodi utilizzati</i>	32
5.1.2. <i>Indici Elaborati</i>	33
5.2. Risultati	35
6. Conclusioni	37
APPENDICE A: Risultati analitici monitoraggio ambientale – tabelle.....	40

Sintesi del ventesimo 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 biennio 2022-2023. Sono presentati inoltre i risultati dei monitoraggi ambientali effettuati nel 2022-2023 confrontandoli con quelli delle campagne precedenti.

Questo è il settimo ed ultimo report riguardante i lavoratori nell'impianto.

Lavoratori 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 800.000 ore lavorate fino al 31/12/2023. Nel 2023 i lavoratori sono complessivamente 55, di cui 37 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 biennio 2022-2023 hanno lavorato nell'impianto 65 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 2022-2023 sono 7 quelle che operano esclusivamente nel locale caldaia e nell'attigua area di stoccaggio big bag¹, ma altre 30 che lavorano su tutto l'impianto svolgono la loro attività principalmente nell'edificio caldaie e nel trattamento fumi.

Risulta pertanto importante continuare a raccogliere informazioni riguardanti queste imprese, possibilmente migliorando il flusso di dati in uso.

Risultati dei monitoraggi in ambiente di lavoro

Nel periodo 2022-2023 è stato effettuato il monitoraggio di polveri, metalli, aldeidi, sostanze organiche volatili, policlorobifenili (PCB) e diossine. E' stato inoltre condotto un monitoraggio degli agenti biologici, il secondo dall'inizio dell'attività. In tutti i casi le concentrazioni misurate risultano molto basse, dell'ordine di grandezza già riscontrato nelle campagne precedenti 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 del parametro "polveri inalabili" per cui in alcuni punti di monitoraggio si riscontrano concentrazioni che non possono essere considerate trascurabili, pur rimanendo inferiori al valore che può essere assunto come riferimento di tipo generico. Tuttavia, considerati i valori decisamente inferiori misurati nei medesimi punti negli anni precedenti, si ritiene che tali concentrazioni possano essere dovute a eventi contingenti.

L'esito del monitoraggio biologico non ha evidenziato grosse criticità.

¹ 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**² (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 dapprima dal Comitato Etico dell'AOU San Luigi Gonzaga di Orbassano, e poi dal Comitato Etico dell'AOU Città della Salute e della Scienza di Torino.

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

Le attività riguardanti i lavoratori, la cui responsabilità è in capo al Servizio Sovrazonale di Epidemiologia dell'Asl To3 in collaborazione con il Laboratorio specialistico strumentale del Piemonte Nord Ovest 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;

² Bena A, Chiusolo M, Oreglia 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 aziende con appalti di primo e secondo livello;
- il monitoraggio delle esposizioni ambientali all'interno dell'impianto.

Questo documento è il ventesimo della collana dei report illustrativi dei risultati del *Programma SPoTT*, il settimo riguardante i lavoratori dell'impianto di termovalorizzazione del Gerbido, il terzo 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 20 ha due obiettivi principali: aggiornare le informazioni fornite nel rapporto 16 in merito alle imprese e ai lavoratori operanti in impianto con i dati relativi al biennio 2022-2023; descrivere le esposizioni ambientali rilevate in impianto alla fine del 2022 e nel 2023.

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).

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).

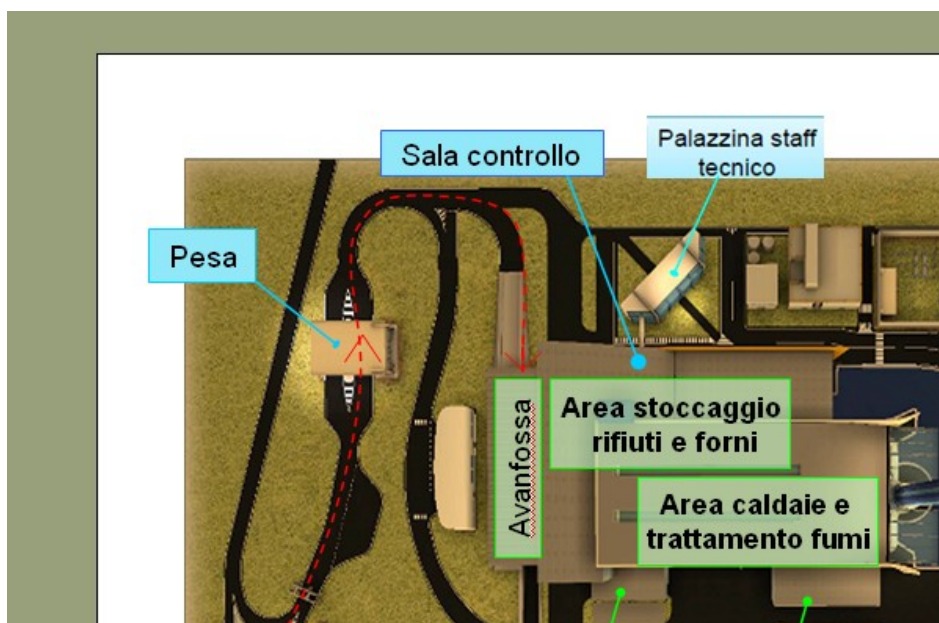


Figura 2.1. Planimetria dell'area dell'impianto con localizzazione delle aree di maggior interesse per il presente Rapporto

L'azienda riporta che anche nel periodo 2022-2024 le tre linee dell'impianto sono state utilizzate per la loro capacità massima, consentendo di produrre ogni anno sempre più di 300mila megawattora (MWh) di energia elettrica immessi in rete, pari al fabbisogno di circa due terzi della popolazione torinese. Dal 2020 in avanti è stata anche prodotta energia termica per teleriscaldamento, per cui negli ultimi tre anni sono stati prodotti più di 100mila megawattora (MWh) all'anno immessi in rete.

I grafici seguenti mostrano i valori di energia elettrica e di energia termica per teleriscaldamento immessi in rete dall'avvio dell'impianto (fonte TRM).

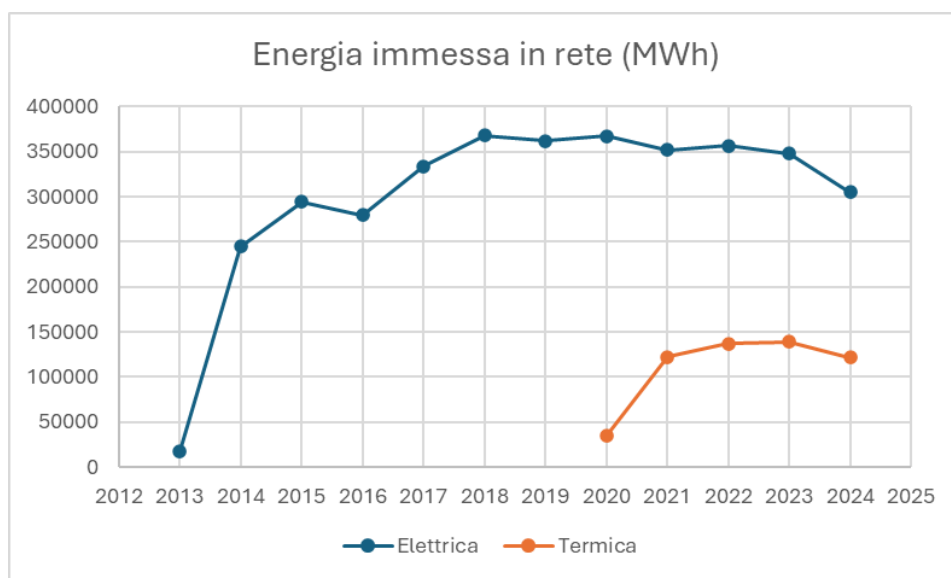


Grafico 2.1. Valore dell'energia elettrica e dell'energia termica per teleriscaldamento immessa in rete (MWh annui)

La novità più rilevante riguardante l'impianto è che ad inizio 2025 il Consiglio d'ambito dell'Autorità regionale dei rifiuti ha approvato il suo ampliamento con la costruzione di una quarta linea che a regime smaltirà tra le 240 e le 280 mila tonnellate di rifiuti all'anno, portando quindi la capacità complessiva dell'impianto a oltre 800 mila tonnellate annue.

L'autorizzazione definitiva alla costruzione della quarta linea dovrebbe arrivare entro il 2026, i lavori dovrebbero partire nel 2027 e il termine per essere operativa entro il 2031.

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 carroponte – 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 CO₂, H₂O, N₂ 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_x 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 attraverso tre camino dove si convogliano i fumi 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 Ambiente 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 31/12/2023)

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

Tabella 3.1. 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
Totale aziende*	24	1	6	3	1	25	8
Totale lavoratori	134	2	69	53	40	175	98

* 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.

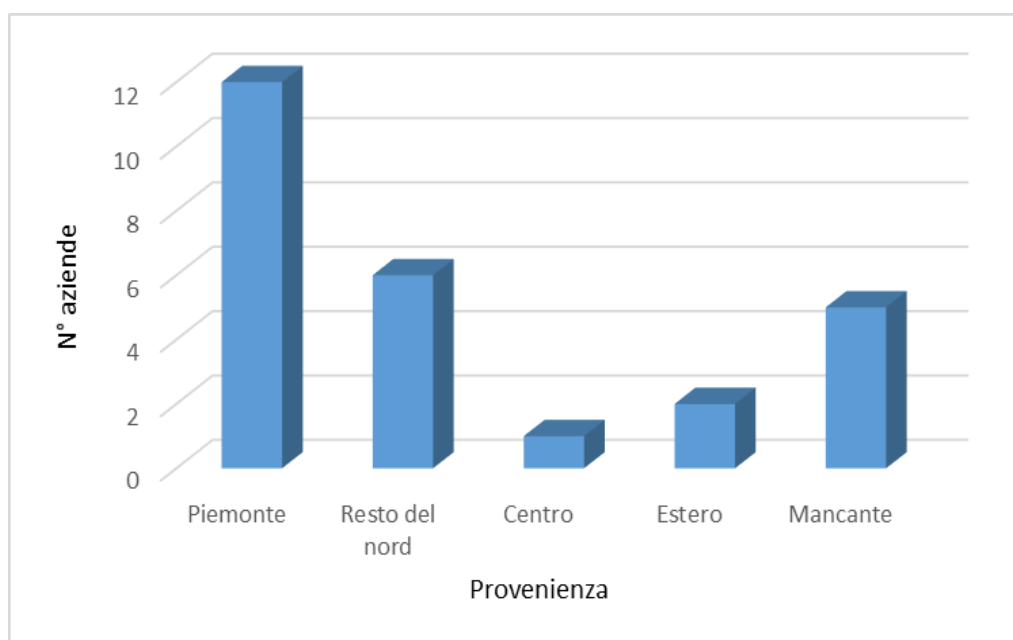


Figura 3.1. Imprese impegnate nella fase di gestione provvisoria suddivise per area di provenienza (sede legale)

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 3.1). 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 800 mila ore lavorate. Nella tabella 3.2. 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 3.2. 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	2022	2023
PE	10.528 (69%)	59.327 (64%)	73.874 (70%)	41964 (56%)	56651 (68%)	61667 (72%)	60067 (72%)	60643 (68%)	56516 (65%)	59300 (67%)
NE	4.814 (31%)	32.610 (36%)	30.927 (30%)	33404 (44%)	27000 (32%)	23584 (28%)	23520 (28%)	28024 (32%)	30734 (35%)	29124 (33%)
totale	15.342	91.937	104.801	75.368	83.651	85.251	83.587	88.667	87.250	88.424

* 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 3.3).

Tabella 3.3. Suddivisione per anno dei dipendenti della ditta TRM nel periodo di esercizio commerciale

	2014*	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
PE	33	34	39	39	39	39	38	38	37	37
NE	19	19	19	17	16	16	16	16	19	18
totale	52	53	58	56	55	55	54	54	56	55

* A partire dall'1/11/2014

Le mansioni di competenza TRM sono le seguenti:

- ◇ Capo Turno
- ◇ Quadrista –quadrista/operatore³
- ◇ 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 31/12/2023⁴ presenta nel proprio organico (nella totalità delle ore o in modalità condivisa con IREN) 55 persone, di cui 18 con funzioni amministrative, progettuali e dirigenziali. I restanti 37 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, mentre nel 2023 si sono dimessi un dirigente e un turnista.

Nel biennio 2022-2023 non risultano malattie professionali denunciate, ma ci sono stati 5 infortuni, di cui 4 solo nel 2023.

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 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.

³Dal 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

⁴ ultimi dati disponibili

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 3.4 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 3.4. 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

	2015	2016	2017	2018
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.

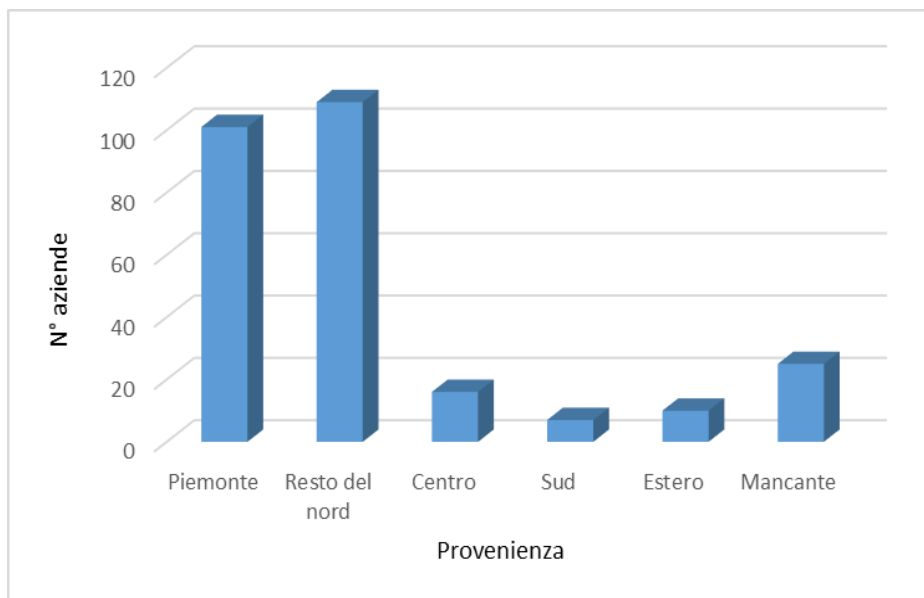


Figura 3.2. Imprese impegnate dal 1/11/2014 al 30/06/2017 suddivise per area di provenienza (sede legale)

Si riporta in tabella 3.5 la suddivisione delle aziende appaltatrici operanti nel corso del biennio 2022-2023, per tipologia di attività svolta e locali maggiormente frequentati. Si può notare come la maggior parte delle aziende si trovi a lavorare su tutto l'impianto, anche se bisogna sottolineare che delle 42 imprese operanti in tutto il sito, 30 sono maggiormente impiegate nell'edificio caldaie e nel trattamento fumi.

Tabella 3.5. Imprese e locali a maggior operatività classificate per tipologia di attività nel 2022-2023

Attività	N° ditte/locali interessati						
	Sala controllo / cabina gruista RSU	Avanfossa	Fossa	Vasche scorie/ cabina gruista scorie	Locale caldaia/ stoccaggio big bag	Altri locali	Tutto l'impianto
Gestione corrente e attività integrate	-	2	-	2	-	-	1
Attività specifiche	-	-	-	-	1	1	2
Sistemi di gestione e controllo	-	-	-	-	-	-	1
Edilizia	-	1	-	-	1	-	3
Fornitura e installazione componenti	-	-	-	-	3	1	2
Manutenzione	1	2	1	2	1	10	26
Manutenzione straordinaria	-	1	1	1	1	1	3
Supervisione	-	-	-	-	-	-	4
Totale aziende*	1	6	2	5	7	13	42

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

Sul totale di 65 ditte che sono state presenti in impianto durante il biennio, 53 sono state presenti in impianto raramente, 4 almeno una volta al mese, 2 almeno una volta alla settimana e 6 in maniera continuativa. Le ditte presenti continuativamente si occupano di gestione corrente, manutenzione e attività specifiche e operano: 3 in tutto l'impianto, 2 in avanfossa e locale scorie, 1 in sala controllo.

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_2S)
- ammoniaca (NH_3)
- 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.

I risultati della seconda campagna sono stati presentati nel Report 16.

La terza campagna si è svolta nel biennio 2022-2023. In dettaglio, ha riguardato le seguenti sostanze, ognuna campionata in due momenti differenti:

- Campionatori passivi per sostanze organiche volatili
- Campionatori passivi per aldeidi, ammoniaca, idrogeno solforato
- Campionamenti attivi per polveri e metalli
- Campionamenti attivi per microinquinanti (diossine, PCB, furani)

Sono stati inoltre misurati alcuni inquinanti di tipo microbiologico solo nel 2022.

Il presente report riporta i risultati della terza campagna.

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 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 4.1 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 PCDD/PCDF e PCB hanno avuto una durata di circa 24 ore.

Tabella 4.1. Campionamenti effettuati per postazione specifica.

	Campionamento attivo		Campionamento passivo			
	POLVERI E METALLI	PCB E PCDD/PC DF	ALDEIDI	VOC	IDROGENO 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		
Zona scarico scorie	X	X	X	X	X	X
Zona "gondole"	X		X	X	X	X
Zona scarico ceneri (area sili)	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).

La durata del campionamento attivo è di alcune ore. Con questo tipo di campionamento viene effettuato il prelievo delle polveri inalabili, con successiva determinazione dei metalli nel particolato, e di IPA. Per la determinazione di PCB e PCDD/PCDF il prelievo viene condotto in conformità al metodo EPA T09A con un prelievo su filtro in fibra di vetro e spugna poliuretanica a un flusso di 250 l/min per una durata minima di 7 ore, la determinazione analitica di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010.

4.1.1. *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 4.2 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), 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 4.2. 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 2022
Formaldeide	370	
Acetaldeide		45000*
Propionaldeide		
Butiraldeide		
Benzaldeide		
Glutaraldeide		50
Isovaleraldeide		
Valeraldeide		176000
Esanale		
Diclorometano	175000	
Cloroformio	10000	
1,1,1 tricloroetano	555000	
Tetracloruro di carbonio	6400	
1,2 dicloroetano		40500
Tetracloroetilene	128000	
1,2 dicloropropano		46000
Tricloroetilene		54000
Metil ter butil etere (MTBE)		180310
Etil ter butil etere (ETBE)		
Benzene	3250*	
Toluene	192000	
Etilbenzene	442000	
o,m,p Xileni	221000	
Stirene		85000
Isopropilbenzene (cumene)		
n-Propilbenzene		
1,2,4-Trimetilbenzene	100000	
Pentano	2000000	

Esano	72000	
Eptano	2085000	
Ammoniaca	14000	
Idrogeno solforato	7000	
Arsenico		10
Cadmio		10
Cobalto		20
Cromo	500	
Manganese	200	
Nichel		100**
Piombo	150	
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 per i quali non è stata applicata alcuna normalizzazione, 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/m³); le concentrazioni dei singoli metalli sono espresse in microgrammi per metro cubo (µg/m³). Le concentrazioni riscontrate durante i monitoraggi sono state messe a confronto con i valori limite riportati nel paragrafo 4.2.

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

4.3.1. Sostanze organiche volatili

Nelle tabelle 4.3 e 4.4 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, i monitoraggi del 2022 e del 2023 hanno rilevato una presenza di sostanze organiche volatili contenuta. 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.

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.

Si può quindi affermare che l'esposizione alle sostanze organiche volatili misurabili tramite i metodi adottati non costituiscano un fattore di rischio occupazionale immediato per i lavoratori.

Va ricordato che le misure si riferiscono alle postazioni in cui sono presenti lavoratori in modo continuativo, e riferite alle normali condizioni operative dell'impianto. Non si esclude che operazioni particolari (pulizie, manutenzioni) possano comportare esposizioni dei lavoratori ad altre sostanze, ma la valutazione di tali esposizioni deve essere realizzata in maniera puntuale e deve essere riferita alla specifica operazione.

4.3.1. *Aldeidi*

Le tabelle 4.5 e 4.6 riportano 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. Si evidenzia una presenza maggiore di aldeidi a più alto peso molecolare nella zona gondole rispetto alle altre zone dello stabilimento; per le sostanze che fanno osservare questa tendenza non vi sono valori limite di esposizione occupazionale, e si evidenzia che nella postazione di prelievo non vi è presenza fissa di personale.

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 nelle campagne precedenti 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.

4.3.2. *Idrogeno solforato e ammoniaca*

Nelle tabelle 4.7 e 4.8 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 in entrambi i campionamenti.

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.

Nel campionamento del 2022 (Tabella 4.7) presso l'impianto TRM sono state misurate concentrazioni di ammoniaca comprese fra 15 e 387 microgrammi al metro cubo, contrariamente a quanto osservato nella campagna precedente, solo alcuni dei valori misurati possono essere considerati dello stesso ordine di grandezza dell'aria ambiente, mentre altri risultano superiori. Nella postazione presso lo scarico scorie e nella zona gondole sono stati misurati rispettivamente 213 e 387 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di ammoniaca. Tali valori non possono essere considerati critici per l'esposizione dei lavoratori, sia perché nettamente inferiori al valore limite di legge (equivalgono a meno del 3% del valore limite) sia perché misurati in postazioni dove non vi è presenza fissa di lavoratori.

Nel campionamento del 2023 (Tabella 4.8) tutti i valori sono risultati inferiori al limite di sensibilità strumentale, ad eccezione di una presenza estremamente bassa nella cabina del gruista scorie. Si osserva una netta riduzione delle concentrazioni rispetto al 2022.

Verosimilmente, vi possono essere situazioni saltuarie in cui i rifiuti stessi, o altre sostanze che si generano durante la lavorazione, comportano lo sviluppo di ammoniaca, ma nelle serie di monitoraggi eseguite da ARPA Piemonte tale fenomeno non è mai apparso come un fattore di rischio per la salute dei lavoratori.

4.3.3. *Polveri inalabili e metalli*

Nelle tabelle 4.9 e 4.10 sono riportati i valori dei 9 campionamenti di polveri inalabili e metalli effettuati nel 2022 e nel 2023. Nel 2022 sono stati fatti in 8 aree e 1 campionamento personale (addetto giro), nel 2023 in 9 aree dell'impianto.

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 µm.

Le misure effettuate presso l'impianto TRM nel 2022 (Tabella 4.9) evidenziano concentrazioni contenute di polveri inalabili in tutte le postazioni sottoposte a monitoraggio, in particolare nelle postazioni dove vi è presenza continuativa di personale. I valori di polverosità più elevati si riscontrano nella zona gondole e nella zona di scarico scorie, dove la movimentazione di materiale pulverulento è particolarmente rilevante, ma anche in tali zone l'esposizione si mantiene su livelli contenuti. Fra le postazioni di lavoro continuativo, solo nella cabina del gruista fossa viene misurata una concentrazione superiore al limite di sensibilità strumentale (0.28 mg/m³), che si può comunque ritenere bassa.

Il campionamento del 2023 (Tabella 4.10) evidenzia concentrazioni di polveri inalabili più elevate rispetto alle misure degli anni precedenti. Si osservano in particolare concentrazioni superiori a quelle normalmente riscontrate in ambienti outdoor. Nelle zone dell'impianto monitorate le concentrazioni si situano attorno a 0.50 mg/m³, con valori maggiori nelle postazioni in cui vi è traffico di autoveicoli (avanfossa, cabina pesa). La concentrazione misurata nella cabina pesa, in particolare, risulta non trascurabile, sebbene inferiore ai valori considerati dannosi per la salute dei lavoratori.

Non esiste infatti un vero valore limite di esposizione professionale con cui confrontare le concentrazioni riscontrate presso l'impianto. Per le particelle definite come "insolubili in acqua e a bassa tossicità" la ACGIH raccomanda un valore di esposizione inferiore a 10 mg/m³. Tuttavia, le particelle presenti presso l'impianto TRM non corrispondono alla definizione data: essendo costituite da ceneri e scorie, verosimilmente almeno in parte sono solubili in acqua e veicolano sostanze di una certa pericolosità: il valore di 10 mg/m³ può rappresentare tuttavia un'indicazione generale con cui confrontare i valori misurati.

Va comunque osservato che i campionamenti sono avvenuti nella stagione invernale, notoriamente più critica sotto l'aspetto dell'accumulo delle polveri in atmosfera. Una valutazione del rischio complessiva richiederebbe una ripetizione delle misure in altre stagioni, ed eventualmente una verifica del buon funzionamento degli impianti di ventilazione della cabina pesa.

Si osserva anche che le concentrazioni di polveri nella zona avanfossa dipendono in larga misura dal traffico di automezzi che scaricano rifiuti; non sono disponibili dati relativi al numero di automezzi che hanno circolato durante il campionamento, ma dal confronto con i risultati emersi in passato non si può escludere che il monitoraggio sia avvenuto durante una fase temporale di afflusso intenso di autocarri.

Più difficile da spiegare è il dato relativo al campione prelevato presso la portineria, pari a circa 1.6 mg/m³: il traffico di autovetture in transito non è tale da giustificare una simile concentrazione. Verosimilmente si sono verificate situazioni contingenti all'interno del locale, che hanno comportato un aumento della polverosità.

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, sia nel 2022 che nel 2023. Per i metalli si può quindi affermare che nelle postazioni sottoposte a misura non vi è rischio occupazionale per i lavoratori.

4.3.4. *Diossine, furani e PCB*

Le tabelle 4.11 e 4.12 riportano i risultati dei campionamenti di diossine, furani e policlorobifenili (PCB) effettuati nelle due zone dell'impianto monitorate. I valori sono espressi come "lower bound" ossia tutti i composti inferiori ai limiti di quantificazione

(LOQ) contribuiscono alla somma con un valore pari a zero. Se tutti i composti risultano inferiori al rispettivo limite di quantificazione, si riporta inferiore al LOQ più basso espresso in Tossicità Equivalente. Nel caso del 2022 (Tabella 4.11) non si riporta inferiore al LOQ più alto, come indicato nella procedura ARPA U.RP.T146, in quanto a causa di una sensibilità strumentale diminuita negli anni (obsolescenza strumento di quantificazione), si riporterebbe un valore nelle vicinanze del valore di riferimento (linea guida) senza vedere alcuna delle sostanze ricercate.

Con il termine generico di “diossine” e “furani” si indica un gruppo di 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.

Sono stati definiti nel tempo differenti fattori di tossicità: gli I-TEF (International TEF), utilizzati per l'espressione della concentrazione totale di PCDD/PCDF in campioni ambientali, e i WHO-TEF definiti per PCDD/PCDF e PCB dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, utilizzati per i campioni alimentari e, nel caso dei PCB, per i campioni ambientali

Per quanto riguarda i risultati del 2022 (Tabella 4.11) si fa notare che a causa di una sensibilità strumentale diminuita negli anni, si è resa necessaria una modifica al metodo di calcolo che non rende possibile un confronto diretto dei valori misurati con quelli delle campagne di monitoraggio precedenti. Il netto calo osservato nel 2022 solo parzialmente può essere attribuito ad un'effettiva riduzione dei livelli di PCDD/PCDF e PCB aerodispersi.

Nel corso del 2023 è stata ripristinata un'efficienza strumentale tale da consentire un confronto adeguato con le misure degli anni antecedenti al 2022. Le concentrazioni misurate nelle due postazioni indicate mostrano valori di microinquinanti dell'ordine di grandezza di quelli misurati nel 2021, con variazioni che, per quanto significative, appaiono compatibili con diverse condizioni di lavoro al momento del prelievo.

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. Gli unici riferimenti reperiti in letteratura sono le linee guida della Germania (LAI-Laenderausschuss fuer Immissiosschutz - Comitato degli Stati per la protezione ambientale) che indicano per PCDD/PCDF nell'aria ambiente, il valore di 150 fg I-TEQ/m³, e per PCDD/PCDF + PCB di il valore di 150 fg WHO-TEQ/m³.

Si ribadisce come questi valori non riguardino la tutela delle esposizioni dei lavoratori, ma si riferiscano alla tutela della popolazione generale. Si sottolinea tuttavia 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 PCDD/PCDF, furani e PCB ai minimi livelli raggiungibili.

5. Monitoraggio di agenti biologici

Per determinare l'entità dell'esposizione dei lavoratori ad agenti microbiologici aerodispersi durante diverse fasi di lavoro, è stato eseguito un monitoraggio di agenti biologici, tramite il quale è stata valutata l'esposizione a carica batterica totale mesofila (CBT 36°C), psicrofila (CBT 22°C) e micetica (muffe e lieviti), oltre alla determinazione di alcuni patogeni indicatori. I singoli interventi sono stati eseguiti il giorno 08/08/2022.

Nel corso dell'intervento sono state sottoposte a monitoraggio le postazioni già esaminate l'anno precedente, ed altre in cui invece si ritiene che possa essere presente una contaminazione di tipo microbiologico. In particolare sono state sottoposte a monitoraggio le postazioni in cui vi è presenza costante di personale, come la sala controllo e la palazzina uffici, e quelle in cui vi è una possibile dispersione di agenti biologici causata dalla presenza di rifiuti, come l'avanfossa e la cabina pesa. Sono inoltre stati controllati gli spogliatoi, a causa della possibile presenza di contaminazioni da abiti sporchi.

Le analisi sono state eseguite dal Laboratorio Specialistico del Dipartimento Territoriale Piemonte Sud Ovest di Cuneo.

5.1. Analisi e metodi strumentali

I campionamenti vengono effettuati in postazioni fisse e la loro finalità è quella di valutare il livello di carica microbica presente. I prelievi sono stati condotti mediante un sistema di campionamento attivo dell'aria, basato sul principio dell'impatto su agar (utilizzando il Surface Air System -SAS Super 180) aspirando 100 litri di aria in tutte le postazioni monitorate. L'aria viene convogliata su apposite piastre agarizzate idonee per la crescita e lo sviluppo dei microrganismi ricercati.

5.1.1. Parametri ricercati e Metodi utilizzati

Carica batterica a 22°C e a 36°C (URPM820): UNI EN ISO 14698-1/2:2004 + UNI EN ISO 6222:2001.

Muffe e Lieviti: (URPM8174): UNI EN ISO 14698-1/2:2004 + Rapporti Istisan 07/05 2.3-METODO -ISS A 016C.

Pseudomonas aeruginosa: Rapporti ISTISAN 2007/31 pag 97- METODO ISS BEB 027.

Staphylococcus aureus: UNI EN ISO 14698-1/2:2004 + Rapporti Istisan 2007/05 2.1- METODO -ISS A 018C.

I risultati sono espressi in Unità Formanti Colonia al metro cubo (UFC/m³) secondo la formula (UFC lette*1000) /Volume aspirato. Il volume aspirato è stato pari a 100 litri per ciascuna piastra.

5.1.2. *Indici Elaborati*

La ACGIH (Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the indoor Environment, 1989) ritiene che non sia possibile fissare linee guida numeriche o valori soglia per le contaminazioni biologiche dell'aria poiché i dati epidemiologici esistenti non consentono di stabilire relazioni dose-risposta.

Nella tabella sottostante, proposta dalla European Collaborative Action "Indoor Air Quality & Its Impact on Man", viene descritta una più dettagliata classificazione di categorie di contaminazione relativamente alla carica batterica, suddivise esclusivamente in abitazioni e ambienti indoor non industriali.

Tabella 5.1. Carica batterica per categorie di contaminazione e tipo di ambiente

Categorie	Abitazioni	Ambienti indoor non industriali
	UFC/m ³ a 20-25°C	UFC/m ³ a 20-25 °C
Molto bassa	<100	<50
Bassa	<500	<100
Intermedia	<2500	<500
Alta	<10000	<2000
Molto alta	>10000	>2000

All'interno di un ambiente di vita e/o di lavoro è opportuno valutare tutte le possibili fonti di contaminazione e valutarne l'eventuale effetto sinergico. A tal fine la struttura dell'ARPA che ha condotto le analisi ha scelto di riportare i risultati analitici con i seguenti indici di contaminazione:

- **l'Indice Globale di Contaminazione Microbica – IGCM** è la somma delle UFC/m³ di carica batterica totale mesofila e psicrofila (rispettivamente a 37°C e a 20°C) e di muffe e lieviti (carica micetica totale):

$$\text{IGCM} = \text{UFC/m}^3 (37^\circ\text{C}) + \text{UFC/m}^3 (20^\circ\text{C}) + \text{UFC/m}^3 (\text{muffe e lieviti})$$

- **l'Indice di contaminazione da batteri mesofili-ICM** è il rapporto tra la carica mesofila e quella psicrofila:

$$\text{ICM} = \text{UFC}/\text{m}^3 (37^\circ\text{C}) / \text{UFC}/\text{m}^3 (20^\circ\text{C})$$

- **l'Indice di Amplificazione- IA** è il rapporto tra IGCM interno ed esterno. Quest'ultimo è utilizzato soprattutto per edifici totalmente dotati di ventilazione forzata:

$$\text{IA} = \text{IGCM (interno)} / \text{IGCM (esterno)}$$

Tali indici, introdotti per la prima volta dall'Università di Pavia e riportati anche all'interno del Manuale Unichim n. 203/2012, sono attualmente utilizzati da tutti i principali Enti scientifici di riferimento e costituiscono uno standard condiviso per la valutazione della contaminazione microbiologica in ambiente di lavoro.

L' IGCM consente di valutare una contaminazione globale che meglio si addice alla valutazione del rischio potenziale.

La suscettibilità individuale resta sicuramente un parametro non standardizzabile, ma la corretta valutazione dell'esposizione e la riduzione della stessa sono punti cruciali su cui agire.

In base al valore dei tre indici si possono identificare le seguenti classi di contaminazione:

Tab. 5.2 Classi di contaminazione definite in base a IGCM, ICM e IA

Categoria	IGCM/m ³	Classe		
Molto bassa	< 500			
Bassa	< 1000			
Intermedia	> 1000	A:	IGCM > 1000	ICM <
		B:	IGCM > 1000	ICM >
		C:	IGCM > 1000	ICM >
Alta	> 5000	D:	IGCM > 5000	ICM <
		E:	IGCM > 5000	ICM >
		F:	IGCM > 5000	ICM >
		G:	IGCM > 10000	ICM <

5.2. Risultati

I valori dei parametri ricercati nelle postazioni oggetto di indagine ed il valore di IGCM, con la relativa classe di contaminazione, sono riportati nella seguente tabella.

Tab. 5.3 risultati del monitoraggio biologico nelle diverse postazioni controllate

PUNTO DI PRELIEVO	PSEUDOMON AS AERUGINOSA*	STAPHYL OCOCCUS AUREUS*	LIEVITI*	MUFFE*	CBT 22°C*	CBT 36°C*	IGCM	ICM	IA
UFFICIO RSPP	< 1	< 1	0	60	140	80	280	0,6	n.d.
SALA CONTROLLO	< 1	< 1	0	160	190	60	410	0,3	n.d.
SALA GRUISTI	< 1	< 1	0	570	710	570	1850	0,8	n.d.
SPOGLIATOIO DIPENDENTI	< 1	< 1	0	10	20	20	50	1,00	n.d.
AVANFOSSA: STAZIONAMENTO	< 1	< 1	0	630	1250	450	2330	0,4	n.d.
AVANFOSSA: RAMPA SCARICO N.7	< 1	< 1	0	640	1450	1230	3320	0,8	n.d.
CABINA PESA	< 1	< 1	0	310	410	280	1000	0,7	n.d.
SPOGLIATOIO DITTA ESTERNA	< 1	< 1	0	880	1110	550	2540	0,5	n.d.
ESTERNO (FUORI SPOGLIATOIO)	< 1	< 1	0	>1000	>3000	2250	>10000	n.d.	n.d.

* UFC/m³

In base ai risultati ottenuti si evince quanto segue:

- il monitoraggio biologico non ha evidenziato la presenza dei patogeni ricercati (Staphylococcus aureus e Pseudomonas aeruginosa);
- osservando la tabella colori dell'IGCM si rileva che su nove punti di campionamento totali (P1÷P8 + esterno), tre sono ascrivibili alla classe di contaminazione “molto bassa” (IGCM<500), uno alla classe “bassa” (IGCM <1000), quattro alla classe di contaminazione “intermedia”, (IGCM >1000), e uno alla classe di contaminazione “molto alta” (IGCM >10000) per crescita batterica non conteggiabile (esterno).
- La cabina pesa ha mostrato un valore di IGCM pari a 1000 UFC/m³ che è il discrimine tra la classe di contaminazione bassa (<1000 UFC/m³) ed intermedia (>1000 UFC/m³). La possiamo quindi ascrivere alla classe di contaminazione bassa, rilevando anche una riduzione della contaminazione rispetto al valore di IGCM di 1840 UFC/m³ dell'anno precedente.
- Il campione prelevato in esterno, al di fuori dello spogliatoio delle ditte esterne ha mostrato per i parametri muffe e carica batterica psicrofila valori non determinabili (piastra

definita a confluenza). Questo non ci consente di conteggiare ed esprimere un valore numerico definito, ed il risultato è indicato come “maggiore di”. Non potendo definire quindi un valore di IGCM preciso, il punto di campionamento diventa ascrivibile ad una classe di contaminazione molto alta.

Si ritiene che il dato relativo al campione prelevato all'esterno dello stabilimento sia probabilmente dovuto a contaminazioni estremamente localizzate in cui il campione è stato sottoposto al momento del prelievo. Il monitoraggio esterno, quando si è in presenza di ventilazione forzata, viene effettuato in prossimità della presa d'aria dell'Unità Trattamento Aria (UTA) che solitamente è posizionata sul tetto della struttura oggetto di indagine.

Non essendo stato possibile eseguirlo così durante il monitoraggio condotto nell'impianto TRM, è stato comunque campionato un punto esterno, sul piazzale. Al momento del campionamento vi era una temperatura esterna elevata e numerosa presenza di personale in attesa di accedere allo spogliatoio. Per tali ragioni non sarebbe corretto fare un raffronto tra il valore dell'aria esterna e quello dei punti di monitoraggio interni eseguiti.

- Ad eccezione del campione relativo all'aria esterna, i campioni con l'indice di contaminazione più elevato risultano essere quelli della zona avanfossa, confermando i dati rilevati lo scorso anno; un certo livello di contaminazione nella zona avanfossa appare coerente con la costante presenza di rifiuti e di mezzi che li movimentano; la differenza di contaminazione fra l'area di scarico dei rifiuti e la zona di stazionamento dell'operatore è indice di una buona circolazione dell'aria nell'area avanfossa;
- Il campione prelevato presso la postazione dei gruisti, dove la contaminazione dell'aria si situa in una classe intermedia, risulta invece di più difficile comprensione; le possibili cause possono essere attribuite sia ad una contaminazione casuale (ad esempio dovuta alla presenza saltuaria di persone con indumenti sporchi) oppure ad una contaminazione occasionale dell'impianto di ventilazione. Il dato appare elevato anche confrontandolo con quello della sala controllo adiacente. Si evidenzia che tale situazione si era già verificata lo scorso anno: pur non essendovi una situazione immediatamente critica per i lavoratori si ritiene che possa essere opportuno un approfondimento circa il funzionamento dei sistemi di ventilazione.

6. 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 PCDD/PCDF 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 a 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 800.000 ore lavorate fino al 31/12/2023. Nel 2023 i lavoratori sono 55 di cui 37 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 biennio 2022/2023 65 ditte esterne. Molte di queste ditte svolgono mansioni potenzialmente più esposte alle sostanze pericolose: sono 37 quelle che operano nel locale caldaia, nel trattamento fumi e nell'attigua area di stoccaggio big bag.

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 il 2022 e il 2023 sono stati misurati

inquinanti appartenenti a diverse categorie: sostanze organiche volatili, polveri inalabili, metalli, aldeidi, ammoniaca, idrogeno solforato, PCDD/PCDF e PCB. Inoltre, è stato condotto un monitoraggio degli agenti biologici.

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, e confermano i risultati ottenuti nelle campagne degli anni precedenti.

L'unica eccezione è rappresentata dal parametro "polveri inalabili" nel campionamento del 2023. Solo per questo composto, in alcuni punti di monitoraggio si riscontrano concentrazioni che non possono essere considerate trascurabili, pur rimanendo inferiori al valore che può essere assunto come riferimento di tipo generico. Tuttavia, considerati i valori decisamente inferiori misurati nei medesimi punti negli anni precedenti, si ritiene che tali concentrazioni possano essere dovute a eventi contingenti.

Per quanto concerne la contaminazione da agenti biologici, è necessario considerare che l'attività di trattamento rifiuti, svolta presso TRM, è inevitabilmente caratterizzata da presenza di microrganismi, di diverso genere legati alla matrice trattata. Tale realtà porta ad analizzare e valutare i singoli valori ottenuti considerando il punto di prelievo, l'attività svolta, le condizioni di esercizio e le possibili azioni di riduzione alla fonte.

Dall'esito del monitoraggio condotto non risultano grosse criticità. Infatti, non è stata rilevata la presenza dei patogeni ricercati (*Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*) e le classi di contaminazione sono comprese tra il "molto bassa" ed "intermedia".

Per minimizzare la dispersione ambientale di PCDD/PCDF, pcb, furani e IPA si continua a raccomandare 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. 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. Anche le cabine degli autocarri devono essere mantenute chiuse

al momento del carico del mezzo, in modo da evitare contaminazioni indebite, per quanto ridotte.

Si raccomanda inoltre la massima cura nel rispetto delle procedure di lavoro degli addetti e la manutenzione degli impianti di ventilazione, per ridurre al minimo le possibili contaminazioni di tipo biologico.

Questo è il settimo ed ultimo report riguardante i lavoratori nell'impianto nell'ambito del programma *SPoTT2*.

APPENDICE A: Risultati analitici monitoraggio ambientale – tabelle

Tab 4.3. Sostanze organiche volatili nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – primo campionamento

COMPOSTO	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9	CAMPIONE 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	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cloroformio	0,1	0,2	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1
1,1,1 tricloroetano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetracloruro di carbonio	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
1,2 dicloroetano	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetracloroetilene	1,3	1,5	3,3	1,7	1,9	1,8	2,2	1,6	1,7	1,7
1,2 dicloropropano	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tricloroetilene	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Metil ter butil etere (MTBE)	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Etil ter butil etere (ETBE)	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Benzene	2,0	2,1	2,7	2,8	3,4	2,9	3,7	2,5	2,6	2,6
Toluene	3,3	4,0	6,3	5,3	6,0	5,6	6,6	5,0	5,0	5,0
Etilbenzene	0,8	0,9	1,6	1,2	1,4	1,3	1,9	1,0	1,1	1,1
o,m,p Xileni	3,2	4,0	6,9	4,7	5,8	5,4	6,9	4,7	4,3	4,3
Stirene	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	1,6	< 0,8	< 0,8	< 0,8
Isopropilbenzene (cumene)	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
n-Propilbenzene	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
1,2,4-Trimetilbenzene	0,7	0,8	1,7	1,2	1,5	1,3	1,7	1,1	1,1	1,1
Pentano	10,3	10,3	7,0	8,6	6,6	4,6	6,0	4,3	9,0	9,0
Esano	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	< 0,7	0,8	< 0,7	< 0,7	< 0,7
Eptano	< 0,8	< 0,8	1,1	< 0,8	< 0,8	< 0,8	1,1	< 0,8	< 0,8	< 0,8

Tab 4.4. Sostanze organiche volatili nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – secondo campionamento

[illegible]

Tab 4.5. Concentrazioni delle aldeidi monitorate nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – primo campionamento

	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9	CAMPIONE 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	6,4	7,1	6,6	7,2	5,2	6,1	5,6	6,5	6,4	7,1
Acetaldeide	13,0	14,8	13,0	23,1	12,0	49,9	16,1	12,5	13,0	14,8
Propionaldeide	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0
Butiraldeide	11,2	12,1	24,2	47,5	14,7	56,1	15,1	15,2	11,2	12,1
Benzaldeide	0,4	0,4	0,8	< 0,0	0,5	1,5	0,3	0,4	0,4	0,4
Glutaraldeide	< 0,02	< 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	1,20	0,76	4,07	1,10	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Valeraldeide	2,5	2,0	1,8	< 0,1	1,7	7,5	2,1	2,2	2,5	2,0
Esanale	2,8	2,9	1,6	3,3	1,9	11,2	2,1	2,5	2,8	2,9

Tab 4.6. Concentrazioni delle aldeidi monitorate nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – secondo campionamento

	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9	CAMPIONE 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	2,6	2,8	2,4	3,1	2,0	2,1	2,4	1,8	2,4	2,3
Acetaldeide	4,9	5,1	3,6	8,6	6,4	5,9	12,3	2,1	4,3	5,9
Propionaldeide	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0	< 0,0
Butiraldeide	3,7	4,2	4,0	50,0	6,5	4,7	12,5	1,7	5,0	17,3
Benzaldeide	< 0,0	< 0,0	0,1	< 0,0	0,1	0,2	0,4	< 0,0	0,1	< 0,0
Glutaraldeide	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Isovaleraldeide	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,37	1,25	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Valeraldeide	0,8	0,8	0,4	1,2	0,9	0,7	1,5	0,3	1,0	0,9
Esanale	1,1	1,8	1,0	1,9	1,4	1,9	3,0	0,3	1,1	1,3

Tab 4.7. Concentrazioni di idrogeno solforato e ammoniaca nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – primo campionamento

	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9	CAMPIONE 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	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Ammoniaca	15,5	19,5	15,9	<0,1	213,0	387,2	<0,1	<0,1	15,5	19,5

Tab 4.8. Concentrazioni di idrogeno solforato e ammoniaca nelle diverse aree dell'impianto (dati espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – secondo campionamento

	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9	CAMPIONE 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	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8
Ammoniaca	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,1	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2

Tab 4.9. Polveri inalabili e metalli relativi ai monitoraggi ambientali e personali (unità di misura specificate in tabella) – primo campionamento

		CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9
Composto	CAS	Sala controllo	Zona lavoro gruista fossa	Zona avanfossa	Cabina pesa	Zona lavoro gruista scorie	Zona gondole	Zona scarico scorie	Zona scarico ceneri	Operatore "addetto giro" (personale)
		(mg/m ³)								
Polveri Inalabili		< 0,18	< 0,18	0,30	< 0,18	0,28	0,59	< 0,35	0,22	0,24
		(µg/m ³)								
Arsenico	7440-38-2	< 0,36	< 0,36	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Cadmio	7440-43-9	< 0,04	< 0,04	< 0,03	< 0,04	< 0,04	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,04
Cobalto	7440-48-4	< 0,36	< 0,36	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Cromo	7440-47-3	< 1,80	< 1,78	< 1,74	< 1,77	< 1,77	< 1,67	< 1,68	< 1,70	< 2,16
Manganese	7439-96-5	< 0,36	< 0,36	0,35	0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Nichel	7440-02-0	< 0,36	< 0,36	0,35	0,35	< 0,35	0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Piombo	7439-92-1	< 0,36	< 0,36	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,03	< 0,43
Rame	7440-50-8	< 1,80	< 1,78	< 1,74	< 1,77	< 1,77	< 1,67	< 1,68	< 1,70	2,16
Selenio	7782-49-2	< 0,36	< 0,36	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Vanadio	7440-62-2	< 0,36	< 0,36	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,43
Zinco	7440-66-6	< 3,59	< 3,55	< 3,48	< 3,54	< 3,54	< 3,34	< 3,36	< 3,39	< 4,33

Tab 4.10. Polveri inalabili e metalli relativi ai monitoraggi ambientali e personali (unità di misura specificate in tabella) – secondo campionamento

		CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3	CAMPIONE 4	CAMPIONE 5	CAMPIONE 6	CAMPIONE 7	CAMPIONE 8	CAMPIONE 9
Composto	CAS	Sala controllo	Zona lavoro gruista fossa	Zona avanfossa	Cabina pesa	Zona lavoro gruista scorie	Zona scarico scorie	Zona gondole	Portineria	Ufficio secondo piano palazzina
		(mg/m ³)								
Polveri Inalabili		< 0,16	< 0,16	1,85	2,18	0,34	0,59	0,49	1,56	< 0,37
		(µg/m ³)								
Arsenico	7440-38-2	< 0,32	< 0,33	< 0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Cadmio	7440-43-9	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,05	< 0,07
Cobalto	7440-48-4	< 0,32	< 0,33	< 0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Cromo	7440-47-3	< 1,62	< 1,63	< 1,47	< 1,66	< 1,71	< 1,71	< 1,71	< 2,27	< 3,71
Manganese	7439-96-5	< 0,32	< 0,33	< 0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Nichel	7440-02-0	< 0,32	< 0,33	0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Piombo	7439-92-1	< 0,32	< 0,33	0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,05	< 0,07
Rame	7440-50-8	< 1,62	< 1,63	< 1,47	< 1,66	< 1,71	< 1,71	< 1,71	< 2,27	3,71
Selenio	7782-49-2	< 0,32	< 0,33	< 0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Vanadio	7440-62-2	< 0,32	< 0,33	< 0,29	< 0,33	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,45	< 0,74
Zinco	7440-66-6	< 3,23	< 3,26	< 2,94	< 3,33	< 3,41	< 3,41	< 3,41	< 4,53	< 7,42

Tab 4.11. Concentrazioni di diossine, furani e PCB nelle due aree dell'impianto monitorate (unità di misura specificate in tabella, risultati espressi come "lower bound") – primo campionamento

		CAMPIONE 1	CAMPIONE 2
COMPOSTO	Unità di misura	zona fossa raccolta scorie	zona scarico silos ceneri
		risultato	risultato
Somma PCDD/PCDF (I-TEQ)	fgTE/m ³	<0,434	<0,415
Somma PCDD/PCDF(WHO-TEQ)	fgTE/m ³	<0,130	<0,124
Somma PCDD/PCDF + PCB (WHO-TEQ) *	fgTE/m ³	0,404	<0,124
Policlorobifenili totali (PCB) pg/m ³	pg/m ³	324	<1,44

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

Tab 4.12. Concentrazioni di diossine, furani e PCB nelle due aree dell'impianto monitorate (unità di misura specificate in tabella, risultati espressi come "lower bound") – secondo campionamento

		CAMPIONE 1	CAMPIONE 2
COMPOSTO	Unità di misura	zona fossa raccolta scorie	zona scarico silos ceneri
		risultato	risultato
Somma PCDD/PCDF (I-TEQ)	fgTE/m ³	<0,420	141 ± 63
Somma PCDD/PCDF(WHO-TEQ)	fgTE/m ³	<0,135	93 ± 42
Somma PCDD/PCDF + PCB (WHO-TEQ) *	fgTE/m ³	0,50 ± 0,25	93 ± 42
Policlorobifenili totali (PCB) pg/m ³	pg/m ³	194	300