



Sorveglianza sulla salute della
Popolazione nei pressi del
Termovalorizzatore di
Torino

Rapporto n° 13

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

gennaio 2022

Rapporto a cura di

Antonella Bena¹
Manuela Oreggia²
Denis Bolognese³
Carla Cappa³
Laura Crosetto²
Elena Farina¹
Maura Fenoglietto³
Marco Fontana³
Paolo Fornetti³
Cristiana Ivaldi²
Simona Possamai³
Nicola Santamaria³
Paola Spagnolo³

¹ Struttura Complessa a Direzione Universitaria Servizio Sovrazonale di Epidemiologia - ASL TO3

² Struttura Semplice Epidemiologia Ambientale – ARPA Piemonte

³ 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

Sintesi del settimo rapporto di studio.....	5
--	----------

Introduzione

1 L'impianto	8
---------------------------	----------

1.1 Il percorso dei rifiuti	9
1.1.1 Il conferimento.....	9
1.1.2 Lo stoccaggio.....	9
1.1.3 La combustione	9
1.1.4 La depurazione dei fumi.....	9
1.1.5 La gestione dei residui.....	10

2 Imprese e lavoratori operanti presso l'impianto	12
--	-----------

2.1 Periodo di gestione provvisoria.....	13
2.1.1 Coorte TRM	13
2.1.2 Aziende esterne	13
2.2 Periodo di esercizio commerciale	15
2.2.1 Coorte TRM	15
2.2.2 Aziende esterne	20

3 Monitoraggio ambientale e metodi	22
---	-----------

3.1 Campionamenti.....	23
3.1.1 Polveri e metalli.....	24
3.1.2 Sostanze organiche volatili e aldeidi	24
3.1.3 PCDD/PCDF, PCB e IPA	25
3.1.4 Monitoraggio biologico	25
3.2 Analiti e metodi strumentali.....	26
3.2.1 Metalli e polveri.....	26
3.2.2 Aldeidi.....	26
3.2.3 Sostanze organiche volatili	26
3.2.4 PCDD/PCDF e PCB.....	26
3.2.5 IPA.....	27
3.2.6 Monitoraggio biologico	27
3.3 Risultati dei monitoraggi ambientali.....	29
3.3.1 Metalli e polveri.....	30
3.3.2 Aldeidi.....	32
3.3.3 Sostanze organiche volatili	33
3.3.4 Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili	35
3.3.5 IPA.....	<i>Errore. Il segnalibro non è definito.</i>
3.3.6 Monitoraggio biologico	35

4 Conclusioni	42
----------------------------	-----------

Sintesi del tredicesimo 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 periodo 2013-2020. Sono presentati inoltre i risultati dei monitoraggi ambientali effettuati nel 2020-21 confrontandoli con quelli eseguiti negli anni precedenti.

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 817.000 ore lavorate fino al 31/12/2020. Nel 2020 i lavoratori sono complessivamente 60; 47 sono 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 268 ditte esterne a cui sono stati affidati 301 appalti. 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: sono 82 quelle che operano nel locale caldaia e nell'attigua area di stoccaggio big bag¹.

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 2020-21 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 nelle campagne precedenti e comunque di molto inferiori ai valori di esposizione professionale ACGIH e a quelli normativi disponibili. In generale i risultati sono in linea con quelli riscontrati in passato nelle medesime postazioni e confermano la situazione di esposizione dei lavoratori a basse concentrazioni durante le normali condizioni operative dell'impianto. Si osservano lievi variazioni dipendenti dalle variabilità nella composizione nei rifiuti.

Per la prima volta dall'inizio dell'attività dell'impianto, SPoTT ha ricercato anche gli agenti biologici aerodispersi. Il monitoraggio non ha evidenziato la presenza dei patogeni ricercati (*Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*). Secondo la classificazione proposta da Daccaro C. et al (2000)² le classi di contaminazioni rilevate sono risultate bassa (per due punti di prelievo) ed intermedia (per sei punti di prelievo); il valore di classe intermedia più elevato è stato pari a 2120 UFC /m³, ben al di sotto della classe alta (>5000 UFC/m³). Nelle zone diverse dalla palazzina uffici non si evidenziano differenze particolarmente marcate nelle classi di contaminazione; considerata la quantità di materiale che potenzialmente potrebbe originare contaminazione batterica dell'aria si ritiene che le condizioni di esercizio dell'impianto siano accettabili. È tuttavia importante eseguire la verifica dell'efficienza del sistema di ventilazione della cabina pesa, e riesaminare le procedure di lavoro del personale addetto.

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.

² DACARRO C., GRIGNANI E., LODOLA L., GRISOLI P., COTTICA B.: Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici. G.ITAL. MED.LAV.ERG, 2000, 22 (3): 229-235.

Introduzione

Il presente rapporto si colloca all'interno della nuova fase del **Programma di Sorveglianza della Popolazione nei pressi del Termovalorizzatore di Torino**³ 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 attuato 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 \(dors.it\)](http://dors.it).

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;

³ 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 tredicesimo della collana dei report illustrativi dei risultati del *Programma SPoTT*, ed è il quinto riguardante i lavoratori dell'impianto di termovalorizzazione del Gerbido (il materiale è disponibile sul sito [Risultati – SPoTT \(dors.it\)](#)).

Il rapporto 13 ha due obiettivi principali: descrivere le imprese e i lavoratori operanti in impianto da aprile 2013 a dicembre 2020; descrivere le esposizioni ambientali rilevate in impianto nel periodo dicembre 2020-luglio 2021.

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>).

1 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 560.000 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).

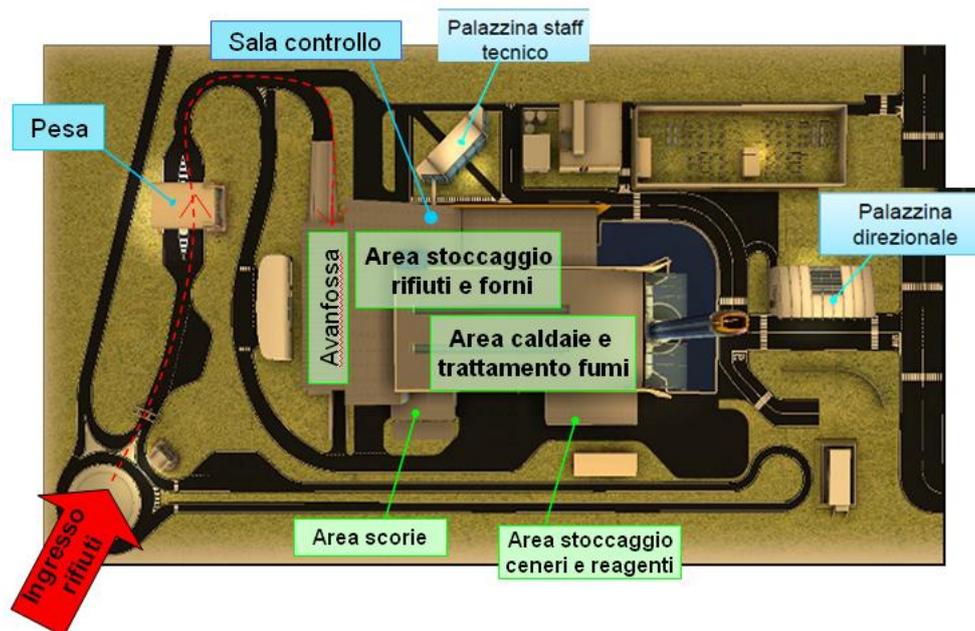


Fig. 1.1. Planimetria dell'area dell'impianto con localizzazione delle aree di maggior interesse per il presente Rapporto

1.1 Il percorso dei rifiuti

1.1.1 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.

1.1.2 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.

1.1.3 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.

1.1.4 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 trattenuti 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 tramite il camino dove si convogliano le canne fumarie delle tre linee.

1.1.5 *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 silo o big bags fino a quando, periodicamente, vengono avviati a recupero o a smaltimento.

2 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). 131 ditte risultano appalti di secondo livello, ovvero subappalti della ditta del Global Service IREN AMBIENTE. 8 ditte sono state esclusivamente subappaltate dal 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 01/11/14 al 31/12/20) ⁴

⁴ 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).

2.1 Periodo di gestione provvisoria

2.1.1 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.

2.1.2 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
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.

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.

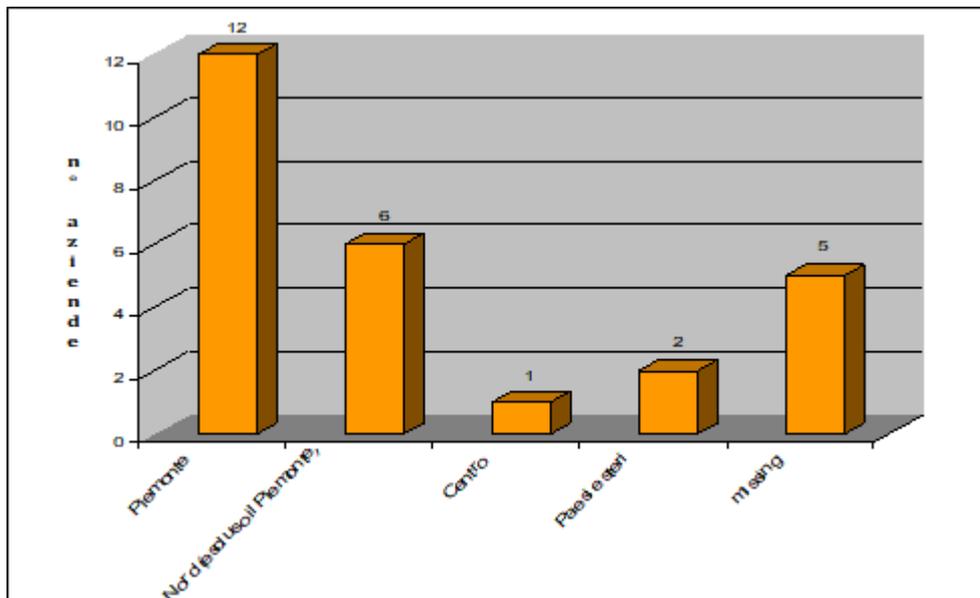


Figura 2.1. Imprese impegnate nella fase di gestione provvisoria suddivise per area di provenienza (sede legale)

2.2 Periodo di esercizio commerciale

2.2.1 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 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. Suddivisione per anno delle ore lavorate dal personale TRM. In parentesi la percentuale sul totale delle ore lavorate da tutti i dipendenti suddivise per tipologia di esposizione

	2014 dal 1/11/14	2015	2016	2017* (1/1/2017 - 30/6/2017)	2018	2019	2020	totale
Personale sulle linee (PE)	10.528 (69%)	59.327 (64%)	73.874 (70%)	83.928 (56%)	113.302 (68%)	123.334 (72%)	120.135 (72%)	550.500
Personale amministrativo, tecnico, dirigenziale (NE)	4.814 (31%)	32.610 (36%)	30.927 (30%)	66.809 (44%)	53.999 (32%)	47.169 (28%)	47.470 (28%)	266.989
totale	15.342	91.937	104.801	150737	167.301	170.503	167.606	817.490

* Per l'anno 2017 sono disponibili solo le ore del primo semestre 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 dal 1/11/14	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Personale sulle linee (E)</i>	33	34	39	39	39	39	38
<i>Personale amministrativo, tecnico, dirigenziale (NE)</i>	19	19	19	17	16	16	16
totale	52	53	58	56	55	55	54

Le mansioni di competenza TRM sono le seguenti:

- ◇ Capo Turno
- ◇ Quadrista –quadrista/operatore⁵

⁵Dal 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

- ◇ 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 31/12/20⁶ 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.

Nelle successive tabelle descrittive si considera la coorte TRM dal 01/11/2014 al 31/12/2020 composta complessivamente da 71 persone; in particolare si sono succeduti 51 lavoratori sulle linee (E) e 20 lavoratori con funzioni tecniche, amministrative e dirigenziali (NE).

Grazie alla collaborazione con i diversi medici competenti succedutisi nell'azienda, sono stati acquisiti i dati delle cartelle cliniche relativi alle visite previste dalla sorveglianza sanitaria come regolato dal D.L. 81/08 e successive modifiche. Dall'analisi di tale documentazione, riportata nelle tabelle 2.4-2.7, si evince che la coorte dei dipendenti TRM è composta da persone con un'età media al momento dell'assunzione di 37 anni; non vi sono differenze significative per età tra il personale assunto per lavorare sulle linee risulta e quello con funzioni impiegate e dirigenziali (p value = 0.4462).

Per quanto riguarda il fumo, il consumo di alcool e l'indice di massa corporea, i dati sono stati integrati, per i soggetti di cui non disponevamo di cartelle cliniche ma che avevano partecipato al biomonitoraggio, con quelli raccolti tramite questionario effettuato contestualmente ai prelievi.

⁶ ultimi dati disponibili

La media del BMI (body mass index) calcolata su 57 lavoratori, è di 25,6 con una deviazione standard pari a 3,3; in sovrappeso (BMI>25) il personale che lavora sulle linee (BMI: 26,4, range 24.9-29.9), con una differenza statisticamente significativa rispetto al personale amministrativo (p value = 0.0005).

Tabella 2.4 Distribuzione dei soggetti per età media all'assunzione e BMI

	Età assunzione* media (deviazione standard)	BMI** media (deviazione standard)
<i>Personale sulle linee (E)</i>	37 (7,6)	26,4 (3,0)
<i>Personale amministrativo, tecnico, dirigenziale (NE)</i>	38 (9,7)	22,8 (2,9)
Personale complessivo	37 (8,3)	25,6 (3,3)

*dato disponibile per 70 soggetti complessivamente, 50 E e 20 NE

**dato disponibile per 57 soggetti complessivamente, 45 E e 12 NE

I dati disponibili per valutare l'abitudine al fumo sono relativi a 56 soggetti. I lavoratori sono stati considerati '*fumatori*' se hanno dichiarato di fumare attualmente o di aver smesso da meno di due anni; '*non fumatori*' se non hanno mai fumato o hanno fumato in passato ma smesso da più di due anni. Complessivamente ha dichiarato di fumare il 310% dei rispondenti. I soggetti esposti perchè operanti sulle linee risultano fumatori con una frequenza maggiore rispetto ai non esposti (35,3% vs 20%; p value = 0.0084).

Tabella 2.5 Distribuzione dei soggetti per abitudine al fumo e condizione di esposizione

Abitudine al fumo	NE		E		TOT	
	Num	%	Num	%	Num	%
<i>Fumatore</i>	4	20.0%	18	35.3%	22	31.0%
<i>Non fumatore/ex fumatore</i>	7	35.0%	27	52.9%	34	47.9%
<i>Mancanti</i>	9	45.0%	6	11.8%	15	21.1%
Totale	20	100%	51	100%	71	100%

Relativamente al consumo di alcol (tabella 2.6), i lavoratori che dichiarano di essere bevitori sono il 36.6% del totale. È stato definito "bevitore" un soggetto che dichiara di bere alcolici tutti i giorni o saltuariamente durante la settimana; '*non bevitore*' chi dichiara di consumare alcolici solo in alcune occasioni o mai. Su 15 lavoratori non si dispone di informazioni riguardo al consumo di alcolici. I soggetti esposti risultano bevitori con una frequenza maggiore rispetto ai non esposti (43,1% vs 20%; p value = 0.0069).

Tabella 2.6 Distribuzione dei soggetti per consumo di alcool e condizione di esposizione

Alcool	NE		E		TOT	
	Num	%	Num	%	Num	%
<i>Bevitore</i>	4	20.0%	22	43.1%	26	36.6%
<i>Non bevitore</i>	7	35.0%	23	45.1%	30	42.3%
<i>Mancante</i>	9	45.0%	6	11.8%	15	21.1%
totale	20	100%	51	100%	71	100%

Dei 44 operai sulle linee assunti con mansione di conduttore impianto e pertanto sottoposti a test etilometrico e drug test come previsto dalla normativa vigente, tutti sono risultati negativi e quindi dichiarati idonei a tale incarico.

La valutazione dei rischi individuati dal medico competente, per il personale di cui si è potuto disporre della documentazione (60 dipendenti) è riportata in tabella 2.7. La variazione dei rischi valutati di anno in anno, per il periodo di esercizio commerciale, e nella quasi totalità valutata per i dipendenti che lavoravano sulle linee, è dovuta ad attribuzione di nuove mansioni.

Tabella. 2.7 Rischi valutati dal medico competente per ogni dipendente di cui è disponibile la documentazione, suddivisi negli anni di esercizio commerciale in cui hanno svolto le visite previste per la sorveglianza sanitaria.

RISCHI VALUTATI	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
<i>n° cartelle analizzate</i>	43	51	43	51	31	33	27
<i>ceneri</i>	0	2	2	0	0	0	0
<i>polveri</i>	12	39	38	35	30	30	1
<i>rumore</i>	0	27	32	25	20	25	7
<i>agenti biologici</i>	13	37	38	32	29	30	23
<i>agenti chimici</i>	12	36	36	34	30	30	26
<i>videoterminali</i>	12	24	18	8	4	10	18

*anno in cui, a causa di problematiche legate alla disponibilità delle cartelle cliniche, si è verificata un'errata valutazione dei dati

2.2.2 Aziende esterne

Nel periodo di esercizio commerciale 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.

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 2.8 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 2.8. 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 esterne operanti	91	117	120	109

Si riporta in tabella 2.9. la suddivisione delle aziende appaltatrici operanti nel periodo di esercizio commerciale preso in considerazione, 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.

Di 6 aziende non si hanno dati sul tipo di attività svolta né sui locali in cui queste vengono svolte.

Tabella 2.9. Imprese e locali a maggior operatività classificate per tipologia di attività; periodo di esercizio commerciale (dal 01 novembre 2014 al 31 dicembre 2020)

Attività	n° ditte/locali interessati								
	sala controllo / cabina gruista RSU	avanfossa	fossa	vasche scorie/ cabina gruista scorie	area sili	locale caldaia/ stoccaggio big bag	fornace	altri locali	missing
Gestione corrente e attività integrate (19)	1	3	2	4	5	7	1	7	2
Attività specifiche (127)	7	8	8	8	9	31	21	45	40
Sistemi di gestione e controllo (16)	1	1	1	1	2	5	3	4	8
Edilizia (26)	0	0	0	0	1	4	1	15	8
Manutenzione (98)	14	9	10	9	12	30	22	28	41
Supervisione (8)	2	2	2	2	2	5	2	4	3
Totale aziende*	25	23	23	24	31	82	50	103	102

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

Dall'analisi dell'area di provenienza delle aziende (figura 2.2), 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.

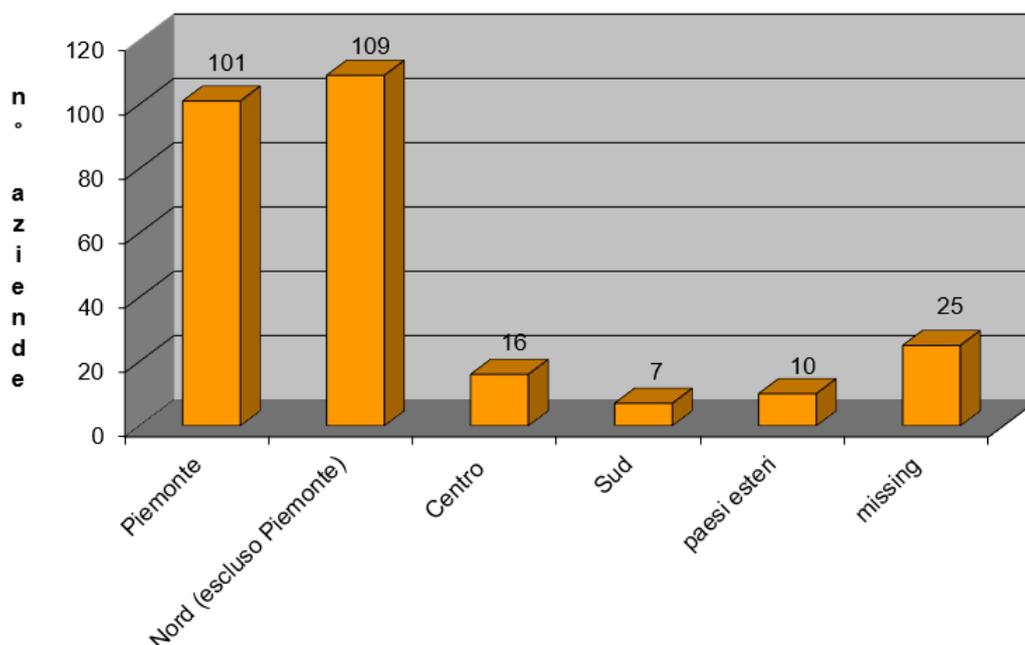


Figura 2.2: imprese impegnate dal 1-11-14 al 30-6-17 suddivise per area di provenienza (sede legale)

3 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 della nuova fase del Programma SPoTT, 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
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
- diossine
- PCB
- mercurio vapore (Hg),
- ossidi di azoto e zolfo (NO₂ e SO₂)
- ammoniaca (NH₃)
- idrogeno solforato (H₂S)

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

Le attività della prima campagna, previste nel corso del 2020, sono state sospese a causa della pandemia di COVID-19 e svolte solo in parte a cavallo dell'anno successivo. Si prevede che le prossime campagne saranno svolte come da programma.

In sintesi, è stato effettuato il monitoraggio di:

- a. polveri e metalli tramite campionamenti attivi (dicembre 2020)
- b. sostanze organiche volatili tramite campionamenti attivi e passivi (gennaio 2021)
- c. aldeidi tramite campionamenti passivi (marzo 2021)
- d. idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (febbraio 2021)
- e. policlorobifenili (PCB) (febbraio 2021)
- f. diossine (febbraio 2021)
- g. Agenti biologici (luglio 2021)

3.1 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 della effettiva esposizione del lavoratore alle sostanze inquinanti, che tiene conto delle diverse mansioni lavorative che possono essere svolte durante il turno di lavoro.

3.1.1 *Polveri e metalli*

Per il campionamento di inquinanti aerodispersi sono stati utilizzati metodi di prelievo ed analisi che fanno riferimento a metodiche ufficiali di enti nazionali e internazionali di ricerca o articoli scientifici di letteratura.

Il prelievo è stato effettuato con campionamento di **tipo attivo**: una quantità nota di aria viene aspirata attraverso una pompa e depositata su una fiala assorbente in grado di trattenere le sostanze oggetto della ricerca.

3.1.2 *Sostanze organiche volatili e aldeidi*

Il campionamento di questi analiti è di **tipo passivo**: le sostanze vengono assorbite sulla fiala tramite diffusione, senza utilizzo di pompe aspiranti. Per VOC e aldeidi sono state utilizzate fiale differenti secondo le specifiche del metodo. In entrambe i casi 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.

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.

3.1.3 PCDD/PCDF, PCB e IPA

Il prelievo di aria per l'analisi di questi composti organici viene condotto in conformità al metodo EPA T09A "Determination of Polychlorinated, Polybrominated and Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans in ambient air".

Il prelievo, sia per le sostanze clorurate sia per gli idrocarburi aromatici, viene realizzato con campionatori ad alto volume tipo echo-puf, aspirando e filtrando il flusso di aria su un dispositivo che permette di intrappolare diossine e policlorobifenili sia in forma vapore che come particolato. Nel caso di valutazioni in qualità dell'aria la durata del campionamento è di circa 30 giorni con un flusso di 100 l/min, nel caso del monitoraggio condotto per la valutazione dell'esposizione il campionamento ha una durata di circa 8 ore con un flusso di aspirazione di circa 250 l/min.

3.1.4 Monitoraggio biologico

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, aspirando 100 litri di aria in tutte le postazioni monitorate che si impatta su apposite piastre agarizzate, idonee per la crescita e lo sviluppo dei microrganismi ricercati.

Durante i campionamenti l'impianto era nelle condizioni di esercizio normali. Le postazioni sottoposte a monitoraggio sono state scelte sulla base della presenza di personale, come nel caso della sala controllo e dei locali nella palazzina uffici, e della possibilità di presenza di agenti biologici aerodispersi legati ai rifiuti, come nel caso dell'avanfossa e della cabina pesa. Inoltre sono stati presi in esame i locali spogliatoio, dove possono verificarsi contaminazioni legate alla presenza di persone con abbigliamento sporco.

3.2 Analiti e metodi strumentali

3.2.1 *Metalli e polveri*

Sono stati oggetto di determinazione: arsenico, cadmio, cobalto, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco e mercurio.

Per questi metalli il prelievo è stato effettuato su membrana filtrante.

Per il mercurio in fase vapore si sono utilizzate fiale assorbenti specifiche.

Per tutti i metalli campionati, le analisi sono state effettuate con spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) usando il metodo EPA 625/R-96/0104:1999.

3.2.2 *Aldeidi*

L'analisi delle aldeidi permette la determinazione contemporanea di 9 aldeidi come riportato in tabella 3.3.,

L'analisi quali-quantitativa viene effettuata, dopo estrazione del campione con solvente specifico, in cromatografia liquida (HPLC) con detector diode array UV visibile.

3.2.3 *Sostanze organiche volatili*

Sono state monitorate numerose sostanze organiche volatili, appartenenti a diverse categorie di composti (sostanze clorurate, idrocarburi alifatici e idrocarburi aromatici) come riportato in tabella 3.4.

L'analisi viene effettuata in gascromatografia accoppiata con spettrometria di massa (GC-MS), dopo estrazione del campione con solvente specifico.

3.2.4 *PCDD/PCDF e PCB*

Il termine generico "diossine" indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie, policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF), che si differenziano per il numero e la posizione degli

atomi di cloro sugli anelli benzenici; di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico e vengono quantificati a parte.

I policlorobifenili (PCB) sono una serie di 209 composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB diossina-simili (PCBDL).

La ricerca di PCDD/DF e PCB viene eseguita rispettivamente secondo i metodi EPA 1613B:1994 e EPA 1668C:2010.

L'analisi strumentale è condotta in gascromatografia accoppiata a spettrometria di massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

I metodi utilizzati prevedono l'uso della tecnica della diluizione isotopica, che consiste nel modificare la composizione isotopica iniziale dei composti da ricercare per aggiunta di quantità note di sostanze analoghe, arricchite in isotopi stabili marcati con ^{13}C . Tali composti hanno caratteristiche chimico-fisiche equivalenti a quelle dei composti da ricercare, ma differenziabili da questi, nell'ambito dell'analisi GC/MS, per il diverso valore di massa/carica derivante dalla struttura isotopica stabile usata.

3.2.5 IPA

Sono stati monitorati 20 idrocarburi policiclici aromatici tra quelli maggiormente presenti. I risultati vengono dati come concentrazione del singolo analita e come somma di tutti gli idrocarburi presenti sulla matrice. Inoltre, vengono, per comodità, evidenziati gli analiti che, secondo la Direttiva 67/548/CEE, sono definiti cancerogeni e classificati con la sigla "R 45".

Le determinazioni analitiche degli IPA sono state eseguite utilizzando il metodo U.RP.M836.

3.2.6 Monitoraggio biologico

Il monitoraggio biologico ha valutato 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. Solo a titolo di studio è stata eseguita la ricerca di coliformi totali ed *Escherichia coli* per valutare la possibilità di unire la determinazione

aerodispersa al dato di contaminazione superficiale (la cui valutazione potrà essere richiesta successivamente).

La ACGIH⁷ 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.

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, si è scelto di riportare i risultati analitici con i seguenti indici di contaminazione⁸:

- **l'Indice Globale di Contaminazione Microbica - IGCM** è la somma delle UFC/m³ di carica batterica totale mesofila e psicrofila (rispettivamente a 36°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:

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

- **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:

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

L' IGCM consente di valutare una contaminazione globale che meglio si addice alla valutazione del rischio potenziale. In tabella 3.1 si riportano le diverse classi di contaminazione definite in base al valore dei tre indici:

⁷ Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the indoor Environment, 1989

⁸ DACARRO C., GRIGNANI E., LODOLA L., GRISOLI P., COTTICA B.: Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici. G.ITAL. MED.LAV.ERG, 2000, 22 (3): 229-235.

Tab. 3.1 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 < 3	IA < 3
		B:	IGCM > 1000	ICM > 3 o	IA > 3
		C:	IGCM > 1000	ICM > 3	IA > 3
Alta	> 5000	D:	IGCM > 5000	ICM < 3	IA < 3
		E:	IGCM > 5000	ICM > 3 o	IA > 3
		F:	IGCM > 5000	ICM > 3	IA > 3
Molto alta	> 10000	G:	IGCM > 10000	ICM < 3	IA < 3
		H:	IGCM > 10000	ICM > 3 o	IA > 3
		I:	IGCM > 10000	ICM > 3	IA > 3

3.3 Risultati dei monitoraggi ambientali

Il monitoraggio ha riguardato sostanzialmente le medesime postazioni sottoposte a controllo nel corso dell'ultima campagna di misura (2017), con piccole variazioni dettate da modifiche operative delle lavorazioni. In particolare, in alcune campagne precedenti era presente un'area di stoccaggio di scarti in big-bag, che ora non è più prevista.

La tabella 3.2 riassume i diversi inquinanti misurati nelle rispettive postazioni:

Tabella 3.2 Postazioni di campionamento (ambientale e personale) utilizzate per i differenti inquinanti considerati

	Campionamento attivo			Campionamento passivo	
	POLVERI E METALLI	IPA	PCB/ Diossine	ALDEIDI	VOC
Sala controllo	x			x	x
Cabina gruista fossa	x			x	x
Zona avanfossa	x			x	x
Cabina pesa	x			x	x
Cabina gruista scorie	x			x	(*)
Zona scarico scorie	x	x	x	x	x
Zona "gondole"	x			x	x
Zona scarico ceneri (area sili)	x	x	x	x	x
Portineria	x			x	x
Ufficio 2° piano palazzina uffici	x			x	x

(*) campione di VOC annullato

I campionamenti personali sono stati eseguiti su un operatore di giro e un addetto avanfossa. I campionamenti effettuati nelle sale di manovra delle gru possono essere di fatto considerati come campionamenti personali, in quanto il lavoratore occupa la medesima postazione durante l'intero turno di lavoro, ad eccezione delle pause, e il campionatore era situato nelle immediate vicinanze della zona respiratoria dell'addetto.

Tutti gli altri campionamenti sono stati di tipo ambientale.

Per quanto concerne i campionamenti attivi di polveri e metalli, la durata dei prelievi è stata di circa 3 ore. I monitoraggi passivi hanno invece avuto una durata di circa 8 giorni per le aldeidi e 11 giorni per le sostanze organiche volatili.

3.3.1 Metalli e polveri

In tabella 3.3 sono riportate le concentrazioni delle polveri inalabili e dei metalli monitorati in aria, normalizzate nelle seguenti condizioni: $T = 298 \text{ K}$ e $P = 1013 \text{ mbar}$. 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 sono state messe a confronto (ultime due colonne della tab. 3.2) con i valori limite di soglia per esposizioni in ambiente di lavoro dal D.Lgs. 81/08 e dalla ACGIH⁹. Tali limiti non costituiscono una linea di demarcazione netta tra concentrazioni sicure e pericolose, né un indice relativo di tossicità, ma hanno comunque valore di raccomandazione e possono essere utilizzati come linee guida nella pratica operativa dell'igiene industriale.

Tab 3.3. Concentrazioni dei metalli monitorati in diverse aree dell'impianto. Nelle colonne in giallo i limiti di esposizione professionale ACGIH e quelli normativi.

	SALA CONTROLLO	ADDETTO GRU FOSSA	ADDETTO AVANFOSSA	ZONA AVANFOSSA	ADDETTO GRU SCORIE	AREA SCORIE - ZONA VASCA	ADDETTO GIRO	AREA SILI- CENERI	D.Lgs 81/08	ACGIH 2019
	Camp 1	Camp 2	Camp 3	Camp 4	Camp 5	Camp 6	Camp 7	Camp 8		
	Amb.	Amb.	Pers.	Amb.	Pers.	Amb.	Amb.	Amb.		
	mg/m ³									
Polveri Inalabili	< 0,16	< 0,16	0,20	< 0,18	< 0,16	0,25	0,26	0,46		
	µg/m ³									
Arsenico	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	<0,34		10
Cadmio	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,03	<0,04	<0,03		10
Cobalto	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	<0,34		20
Cromo	<1,58	<1,6	<1,86	<1,83	<1,57	<1,65	<1,88	<1,71		500
Manganese	<0,63	<0,64	<0,74	<0,73	<0,63	<0,66	<0,75	<0,68	200	100
Nichel	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	<0,34		200
Piombo	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	0,68	75	50
Rame	<3,16	<3,2	<3,72	<3,65	<3,15	<3,3	<3,77	<3,41		1000
Selenio	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	<0,34		200
Vanadio	<0,32	<0,32	<0,37	<0,37	<0,31	<0,33	<0,38	<0,34		50
Zinco	<6,33	<6,4	<7,44	<7,31	<6,3	<6,6	<7,53	<6,82		6000

⁹ American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. Cincinnati, OH 2019.

Le concentrazioni di polveri inalabili sono in tutti i campioni appena superiori al limite di sensibilità strumentale, ad eccezione del campione nella zona silos ceneri, che mantiene comunque concentrazioni basse.

Le concentrazioni dei metalli sono tutte inferiori al limite di sensibilità strumentale, ad eccezione del solo parametro piombo nel campione prelevato nella zona silos ceneri, che presenta comunque un valore inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, decisamente contenuto se confrontato con i valori di esposizione professionale ACGIH e quelli normativi riportati.

Tali risultati sono in linea con quelli riscontrati in passato nelle medesime postazioni e confermano la situazione di esposizione dei lavoratori a basse concentrazioni di polveri e metalli durante le normali condizioni operative dell'impianto.

3.3.2 Aldeidi

Le concentrazioni delle aldeidi determinate in impianto nelle diverse postazioni di lavoro, sono riportate in tabella 3.4.

Tab 3.4. Concentrazioni delle aldeidi monitorate in diverse aree dell'impianto. Nelle colonne in giallo i limiti di esposizione professionale ACGIH e quelli normativi.

	SALA CONTROLLO	CABINA GRUISTA AVANFOSSA	ZONA AVANFOSSA	CABINA PESA	CABINA GRUISTA SCORIE	AREA SCORIE – ZONA VASCA	ZONA GONDOLE	AREA SILI- CENERI	PORTINERIA	UFFICIO 2°PIANO PALAZZINA UFFICI	D.Lgs 81/08*	TLV-TWA ACGIH 2019
	Camp 1	Camp 2	Camp 3	Camp 4	Camp 5	Camp 6	Camp 7	Camp 8	Camp 9	Camp 10		
COMPOSTO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$											
Formaldeide	2,2	2,7	2,2	4,5	2,4	1,2	1,8	1,1	2,6	2,7	370	370
Acetaldeide	6	12,8	16	34,2	7,5	7,3	18,1	2	15	5,6		45000**
Propionaldeide	1,1	1,9	1,2	<0,0	1,1	1,4	3,9	0,6	0,4	0,9		
Butiraldeide	6,5	7	18,4	48,8	6,5	9	19,9	5,5	19,5	8,5		
Benzaldeide	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,1		
Glutaraldeide	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		50
Isovaleraldeide	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03		
Valeraldeide	0,9	2	0,9	1,8	2,3	1,8	6	<0,1	1,5	1,1		176000
Esanale	1	1,7	0,9	2,3	1,6	1,1	3,2	<0,1	1,1	1,0		

*limite per 8 ore

**valore che non deve essere mai superato

Anche le concentrazioni di aldeidi misurate risultano molto basse, di molto inferiori ai valori di esposizione professionale ACGIH e quelli normativi riportati, e in alcuni casi al di sotto dei limiti di rilevabilità.

Negli anni 2016 e 2020, ARPA Piemonte ha effettuato alcune campagne in diversi siti della regione, per il monitoraggio di aldeidi e altri inquinanti in ambiente outdoor¹⁰; confrontando i valori ottenuti dal monitoraggio nell'impianto del Gerbido con quelli relativi a tali campagne, si osserva che le concentrazioni risultano più elevate rispetto a quelle normalmente presenti in ambiente esterno in particolar modo per l'acetaldeide e la butilaldeide. Già in precedenti campagne all'interno dell'impianto (anno 2017) si erano misurate concentrazioni del medesimo ordine di grandezza di quelle dell'inverno 2020-2021, che si erano ridotte nel corso della campagna di misura del 2018. È verosimile ipotizzare che fra le varie sostanze che possono avere origine dai rifiuti trattati vi siano varie tipologie di aldeidi, le cui concentrazioni possano variare con gli andamenti stagionali, portando così alle differenze riscontrate nelle campagne di anni diversi.

3.3.3 Sostanze organiche volatili

Le concentrazioni di VOC sono riportate in tabella 3.5. Il campione nella zona lavoro gruista scorie, contrassegnato come numero 5, è stato annullato in quanto spostato all'esterno durante il periodo di campionamento.

¹⁰ I risultati sono reperibili su <https://www.arpa.piemonte.it/arpa-comunica/file-notizie/2016/progetto-monitoraggi-outdoor-di-aldeidi-e-sov.pdf> e <https://www.arpa.piemonte.it/arpa-comunica/file-notizie/2021/monitoraggio-inquinanti-non-convenzionali.pdf>

Tab 3.5. Concentrazioni delle VOC monitorate in diverse aree dell'impianto. Nelle colonne in giallo i limiti di esposizione professionale ACGIH e quelli normativi.

	SALA CONTROLLO	CABINA GRUISTA AVANFOSSA	ZONA AVANFOSSA	CABINA PESA	AREA SCORIE – ZONA VASCA	ZONA GONDOLE	AREA SILI- CENERI	PORTINERIA	UFFICIO 2°PIANO PALAZZINA UFFICI	D. Lgs 81/08*	TLV-TWA ACGIH 2019
	Camp 1	Camp 2	Camp 3	Camp 4	Camp 6	Camp 7	Camp 8	Camp 9	Camp 10		
COMPOSTO	$\mu\text{g}/\text{m}^3$										
Diclorometano	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4	175000	
Cloroformio	0,2	0,2	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2	10000	
1,1,1-tricloroetano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	555000	
Tetracloruro di carbonio	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		31000
1,2 dicloroetano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		40500
Tetracloroetilene	1,9	2,2	3,5	1,6	1,9	3,3	1,3	1,5	1,3		170000
1,2 dicloropropano	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		46000
Tricloroetilene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		54000
Metil ter butil etere (MTBE)	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0		
Etil ter butil etere (ETBE)	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1		
Benzene	2,3	1,9	2,3	2,6	2,4	2,7	2,3	2,9	2,1	3250**	
Toluene	4,4	4,2	5,4	5,1	4,4	5,2	4,5	6,5	4,2		75400
Etilbenzene	0,8	0,7	1,2	0,9	0,9	1,1	0,9	1,3	0,8	442000	
o,m,p Xileni	2,8	2,7	5,3	4,4	4,2	4,6	4,2	5,5	3,6	221000	
Stirene	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1		85000
Isopropilbenzene (cumene)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2		
n-Propilbenzene	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,2	< 0,2		
1,2,4-Trimetilbenzene	0,6	0,6	1,3	1	1	1,3	0,9	1,3	0,8	100000	
Pentano	3,5	3,1	4,2	4	< 1,7	3	< 1,7	4,2	3,5	2000000	
Esano	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	72000	
Eptano	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	< 2,2	2085000	

Come si osserva, tutte le concentrazioni di sostanze organiche volatili, misurate in tutti i punti di campionamento, risultano contenute.

Per quanto riguarda gli idrocarburi alifatici ed aromatici le concentrazioni misurate sono di gran lunga inferiori ai limiti di esposizione professionale, al punto da essere

confrontabili con quelle comunemente rilevate dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nel periodo invernale; le differenze, sebbene contenute, sono da attribuire alla diversa metodica di prelievo e di analisi.

Anche le sostanze clorurate presentano valori confrontabili con quelle riscontrate in ambiente esterno, con la sola eccezione del tetracloroetilene, che presenta concentrazioni leggermente superiori ma comunque molto contenute, se confrontate con i valori limite di esposizione occupazionale.

Nei campionamenti eseguiti nel 2018 non erano stati effettuati monitoraggi di sostanze organiche volatili. Nelle campagne degli anni precedenti i valori riscontrati erano simili a quelli misurati nella campagna attuale.

3.3.4 Policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani e policlorobifenili

In tabella 3.6 e 3.7 si riportano rispettivamente le determinazioni di PCDD/PCDF e PCB nelle polveri aerodisperse monitorate nell'area sili e nell'area scorie e il confronto con i valori ambientali determinati nello stesso periodo nel corso del mese di febbraio 2021 presso la cabina di monitoraggio di Qualità dell'aria Aldo Mei¹¹.

PCDD/PCDF e PCB non vengono rilevati come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri aventi differente tossicità. Soltanto i 17 PCDD/F con maggiore tossicità e i 12 PCB_{DL} vengono determinati singolarmente.

Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri si usa il fattore di tossicità equivalente (TEF). I TEF sono stati determinati per ogni congenere confrontando la tossicità del singolo composto con quella della 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina, con fattore di tossicità pari a 1.

La concentrazione complessiva di PCDD/PCDF e PCB_{DL} è espressa in tossicità equivalente (I-TEQ e WHO2005-TEQ), ottenuta sommando i prodotti tra i TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni.

Le sommatorie di PCDD/PCDF e PCB_{DL} in TEQ sono calcolate con il criterio *Lower Bound (LB)*, secondo cui i congeneri non quantificabili contribuiscono alla sommatoria come "0".

¹¹ i dati sono visualizzabili su <https://aria.ambiente.piemonte.it/#/> selezionando, nella centralina di interesse, l'inquinante voluto

Le restanti sommatorie relative ai PCB sono calcolate con il criterio *Medium Bound (MB)* secondo cui i congeneri non quantificabili contribuiscono alla sommatoria come "LOQ/2".

Tab 3.6. Concentrazioni di PCDD/PCDF nelle polveri aerodisperse, monitorate in diverse aree dell'impianto.

COMPOSTO	AREA SILI	
	AREA SCORIE	
	fg/m ³	
2,3,7,8 TETRA-CDD	<15,9	<15,7
1,2,3,7,8 PENTA-CDD	<59,6	<58,8
1,2,3,4,7,8 ESA-CDD	<93,2	<92,0
1,2,3,6,7,8 ESA-CDD	117	<70,3
1,2,3,7,8,9 ESA-CDD	<82,1	<81,0
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDD	399	357
OCTA-CDD	942	<310
2,3,7,8 TETRA-CDF	88,5	<15,7
1,2,3,7,8 PENTA-CDF	169	<58,8
2,3,4,7,8 PENTA-CDF	136	<62,3
1,2,3,4,7,8 ESA-CDF	114	<87,6
1,2,3,6,7,8 ESA-CDF	147	<86,5
2,3,4,6,7,8 ESA-CDF	<85,0	<83,9
1,2,3,7,8,9 ESA-CDF	<68,8	<67,9
1,2,3,4,6,7,8 EPTA-CDF	302	127
1,2,3,4,7,8,9 EPTA-CDF	<102	<100
OCTA-CDF	<236	<233
PCDD/DF totali (fg I-TEQ/m³) LB	131	4,84

Tab 3.7. Concentrazioni di PCB nelle polveri aerodisperse monitorate in diverse aree dell'impianto.

	COMPOSTO	AREA SILI	AREA SCORIE
		pg/m ³	
77	3,3',4,4' TETRA-CB	0,579	1,73
81	3,4,4',5 TETRA-CB	<0,690	<0,681
126	3,3',4,4',5 PENTA-CB	<0,898	<0,886
169	3,3',4,4',5,5' ESA-CB	<0,796	<0,786
105	2,3,3',4,4' PENTA-CB	7,38	16,2
114	2,3,4,4',5 PENTA-CB	<0,624	<0,616
118	2,3',4,4',5 PENTA-CB	17	37,3
123	2,3,4,4'5 PENTA-CB	<0,376	<0,371
156	2,3,3',4,4',5 ESA-CB	1,78	3,37
157	2,3,3',4,4',5' ESA-CB	0,607	1,08
167	2,3',4,4',5,5' ESA-CB	0,708	1,43
189	2,3,3',4,4',5,5' EPTA-CB	<0,592	<0,584
Totale PCBdl (pgWHO2005-TEQ/m3 LB)		0,00088	0,00196
28	2,4,4' TRI-CB	<16,9	32,9
52	2,2',5,5' TETRA-CB	<23,6	36,4
101	2,2',4,5,5' PENTA-CB	19,7	41,8
138	2,2',3,4,4',5' ESA-CB	19	30,7
153	2,2',4,4',5,5' ESA-CB	22,7	36,7
180	2,2',3,4,4',5,5' EPTA-CB	4,12	7,44
Totale PCB Marker (pg/m3) MB		85,7	186
95	2,2',3,5',6 PENTA-CB	<16,7	30,8
99	2,2',4,4',5 PENTA-CB	6,64	16,1
110	2,3,3',4',6 PENTA-CB	25,2	48
128	2,2',3,3',4,4' ESA-CB	4,31	7,38
146	2,2',3,4',5,5' ESA-CB	<5,51	<5,44
149	2,2',3,4',5',6 ESA-CB	14,1	23,8
151	2,2',3,5,5',6 ESA-CB	<2,30	5,86
170	2,2',3,3',4,4',5 EPTA-CB	2,96	4,94
177	2,2',3,3',4,5',6' EPTA-CB	1,48	2,19
183	2,2',3,4,4',5',6 EPTA-CB	1,27	2,45
187	2,2',3,4',5,5',6 EPTA-CB	2,83	5,47
Totale PCB NDL (pg/m³) MB		71	150
Totale 29 PCB (DL+MK+NDL) (pg/m³) MB		187	399
Tricloro-bifenili		<79,3	164
Tetracloro-bifenili		<71,8	143
Pentacloro-bifenili		103	222

Esacloro-bifenili	80,6	124
Eptacloro-bifenili	12,9	12,3
Octacloro-bifenili	<1,33	3,99
PCB totali (pg/m³) MB	273	670

Utilizzando criteri per cui vengono sommati solo i composti effettivamente quantificati (quindi con concentrazioni maggiori al LOD), i dati sono in linea con le campagne degli anni precedenti¹², fatta eccezione per l'anno 2017, in cui i dati risultavano più elevati. Successivamente sono state apportate migliorie agli impianti di areazione.

3.3.5 IPA

La tabella 3.8. mostra le concentrazioni degli idrocarburi policiclici aromatici adsorbiti sulle polveri aerodisperse nelle due postazioni monitorate.

Tab. 3.8 IPA nelle polveri aerodisperse

COMPOSTO	AREA SILI	AREA SCORIE
	ng/m ³	
Naftalene	1,13	0,295
Acenaftilene	0,749	1,2
Acenaftene	0,148	0,348
Fluorene	5,23	5,07
Fenantrene	6,61	13,1
Antracene	0,339	0,954
Fluorantene	2,18	3,9
Pirene	3,69	4,33
*Benzo(a)Antracene	0,0472	0,106
*Crisene	0,337	0,483
*Benzo(b)Fluorantene	<0,000401	<0,000396
*Benzo(k)Fluorantene	<0,000401	<0,000396
*Benzo(a)Pirene	0,00979	0,0216
Indeno[1,2,3-cd]Pirene	0,0372	0,0368
*Dibenzo(a,h)Antracene	<0,000251	<0,000247

¹² Per confronto sono disponibili i report sui lavoratori coi risultati delle precedenti rilevazioni di PCDD/F e PCB ai link https://www.spott.dors.it/wp-content/uploads/2021/05/R9_lavoratori.pdf
https://www.spott.dors.it/wp-content/uploads/2021/05/R9_APPENDICE_tabelle_18_11_20.pdf
https://www.spott.dors.it/wp-content/uploads/2021/05/R4_lavoratori.pdf

Lieviti UFC/m ³	0	0	0	0	30	0	0	0
Muffe UFC/m ³	460	470	420	310	580	590	580	800
CBT 22°C UFC/m ³	580	940	430	400	1160	680	720	860
CBT 36°C UFC/m ³	110	260	110	80	280	570	470	460
IGCM UFC/m ³	1150	1670	960	790	2050	1840	1770	2120

* La postazione è stata scelta per valutare l'eventuale diffusione della contaminazione nella zona uffici

Dalla tabella 3.9 si evince che il monitoraggio biologico non ha evidenziato la presenza dei patogeni ricercati (*Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*). Inoltre, come si può vedere dal confronto con la tabella 3.1 relativa alle diverse classi di contaminazione, i campioni sulle piastre P3 e P4 rientrano nella classe di contaminazione "bassa" mentre P1, P2, P5, P6, P7, P8 risultano essere in classe di contaminazione intermedia. L'ultimo P8, presenta, come ipotizzabile, i valori di IGCM più elevati, essendo l'area a maggior contatto coi rifiuti) mentre il campione n.7, eseguito sempre all'interno dell'avanfossa, ma nella parte in cui l'addetto avanfossa staziona e si muove per indirizzare i mezzi verso i portoni di scarico, ha mostrato un valore di IGCM leggermente inferiore.

L'ambiente con minor grado di contaminazione è risultato essere lo spogliatoio dipendenti, con un valore di IGCM pari a 790 UFC/m³ (classe di contaminazione bassa).

In tutte le postazioni oggetto d'indagine la carica psicrofila è risultata preponderante rispetto alla mesofila e lievemente superiore alla micetica.

Con l'eccezione dei locali uffici e della sala controllo, non emergono differenze particolarmente rilevanti nella contaminazione batterica fra le diverse zone dell'impianto monitorate, nonostante la considerevole quantità di rifiuti movimentata quotidianamente. La maggior contaminazione in corrispondenza delle zone di scarico nell'avanfossa appare ovvia, ed il valore inferiore riscontrato a poche decine di metri nella zona di stazionamento dell'operatore è indice di una buona circolazione dei flussi di aria. La sala controllo e la cabina dei gruisti RSU mostrano differenze di contaminazione pur essendo locali adiacenti e non vi sono ragioni apparenti che giustifichino la differenza di contaminazione: si ritiene opportuno verificare in futuro se la maggiore contaminazione della cabina sia dovuta ad eventi casuali o se vi siano differenze all'interno dei sistemi di ventilazione delle due sale.

In merito alla contaminazione del locale spogliatoio ditte esterne, è evidente la differenza con quanto misurato nello spogliatoio del personale TRM nella palazzina uffici.

Va tuttavia evidenziato che i campionamenti nei due spogliatoi sono stati effettuati ad alcune ore di distanza: mentre lo spogliatoio TRM di fatto non era ancora stato utilizzato da personale in uscita, lo spogliatoio delle ditte esterne era invece stato impiegato da parecchie persone nel corso della mattina della giornata di prelievo.

Infine, si ritiene che la contaminazione della cabina pesa sia da considerarsi anomala, se confrontata con la zona di stazionamento dell'avanfossa, dove sarebbe legittimo aspettarsi una maggiore contaminazione. Anche in questo caso, nei prossimi monitoraggi andrà verificata l'efficacia del sistema di ventilazione della cabina pesa, e valutate le procedure di lavoro in particolare per quanto riguarda la necessità di recarsi all'esterno della cabina per svolgere le operazioni proprie della mansione. Peraltro, la necessità di verificare l'efficacia dei sistemi di ventilazione della cabina pesa era già emersa riguardo alla concentrazione di aldeidi leggermente più elevata rispetto ad altre zone dell'impianto.

4 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 817.000 ore lavorate fino al 31/12/2020. Nel 2020 i lavoratori sono complessivamente 60 di cui 47 dedicati alle linee. L'attività affidata a imprese terze è molto imponente: riguarda il global service (comprendente diversi servizi ausiliari alla produzione, quali la manutenzione, la pulizia e la guardiania) e coinvolge un totale di 268 ditte esterne a cui sono stati affidati 301 appalti: sebbene i singoli lavoratori siano per la maggior parte in forma saltuaria e/o "a richiesta", le ore lavorate sono in quantità paragonabile a quelle di TRM. Molte ditte inoltre svolgono mansioni potenzialmente più esposte alle sostanze pericolose: sono 82 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 dicembre 2020 e luglio 2021 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. Gli inquinanti per i quali la normativa non fornisce valori limiti di esposizioni professionali, presentano comunque concentrazioni dello stesso ordine di grandezza di quelle normalmente riscontrate in ambiente esterno o addirittura inferiori ai limiti di sensibilità strumentali. Si conferma pertanto quanto emerso dalle campagne di monitoraggio degli anni precedenti¹³.

Le lievi variazioni che si osservano possono dipendere dalle variabilità nella composizione nei rifiuti.

Per quanto riguarda il monitoraggio biologico dell'aria, svolto per la prima volta all'interno del Programma SpOTT, si conferma inevitabilmente la presenza di microrganismi di diverso genere, attesa in attività caratterizzate da movimentazione e accumulo di rifiuti. Le classi di contaminazioni rilevate sono risultate bassa (per due punti di prelievo) ed intermedia (per sei punti di prelievo); il valore di classe intermedia più elevato è stato pari a 2120 UFC /m³, ben al di sotto della classe alta (>5000 UFC/m³). Nelle zone diverse dalla palazzina uffici non si evidenziano differenze particolarmente marcate nelle classi di contaminazione; considerata la quantità di materiale che potenzialmente potrebbe originare contaminazione batterica dell'aria si ritiene che le condizioni di esercizio dell'impianto siano accettabili. È tuttavia importante eseguire la verifica dell'efficienza del sistema di ventilazione della cabina pesa, e riesaminare le procedure di lavoro del personale addetto.

¹³ Per un confronto tra le concentrazioni rilevate nelle precedenti campagne SPoTT di monitoraggio indoor (2013, 2015, 2016, 2017 e 2020) sono stati utilizzati i dati relativi alle sole postazioni ripetute nelle diverse campagne di monitoraggio.