

Benzene

excursus su un agente cancerogeno noto

dati storici, recenti e contemporanei
esperienze di valutazione delle esposizioni
nelle fonderie in Piemonte.

Roberto Riggio*, Cristina Bertello*, Marco Fontana*, Paolo Fornetti*, Anna Maria Scibelli*,
Enrico Bisio**, Roberto Zanelli**.

*ARPA Piemonte - Laboratorio Specialistico del Nord Ovest;

**ASL Asti - Servizio Prevenzione Sicurezza Ambienti Lavoro.

Ing. Roberto Riggio

Arpa Piemonte

SS Laboratorio specialistico Nord Ovest – Dipartimento di Torino

L'igiene industriale presso Arpa Piemonte

- Presso Arpa Piemonte nel laboratorio specialistico Nord Ovest è presente un nucleo operativo con funzioni regionali per le attività di campionamento aeriformi e microinquinanti organici.
- L'attività di igiene industriale viene effettuata a supporto tecnico dei Servizi di Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro (SPreSAL) delle ASL Piemontesi, della Direzione Sanità Pubblica Regione Piemonte e dell'autorità giudiziaria
Valutazione impianti e processi, valutazione indagini ambientali e relazioni tecniche di parte, monitoraggi ambientali, analisi di prodotti in uso, individuazione di soluzioni tecniche per bonifiche ambientali industriali
- Il nucleo operativo effettua inoltre attività di monitoraggio di aeriformi e soil gas per i Dipartimenti di Arpa Piemonte

Il benzene in aria

Inquinante ubiquitario

Per la popolazione generale

- esiste un limite di esposizione per la popolazione generale pari a 0,005 mg/m³ come media annuale
- è monitorato presso le centraline delle qualità dell'aria di Arpa Piemonte

Per i Lavoratori

- ha un limite di esposizione vincolante istituito con il D.Lgs. 66 del 2000 e poi assorbito nel D.Lgs. 81 del 2008 e s.m.i. pari a 3,25 mg/m³ (1 ppm) che non deve essere superato
- altri istituti autorevoli prevedono limiti di esposizione differenti
ACGIH 1,6 mg/m³ (0,5 ppm), NIOSH 0,325 mg/m³ (0,1 ppm), OSHA 3,25 mg/m³ (1 ppm)
- è un cancerogeno umano riconosciuto
Classe 1A per UE - Sostanze di cui sono noti effetti cancerogeni per l'uomo
Classe 1 come cancerogeno certo per l'uomo per la IARC e per l'ACGIH
- limite di classificazione per le miscele: 0,1% concentrazione in peso

Benzene, novità in arrivo

Committee for Risk Assessment (RAC) – ECHA - Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for Benzene - 9 marzo 2018

Derived Limit Values OEL – TWA (8 ore): **0,16 mg/m³** (0,05 ppm) ; STEL non stabilito

Classificazione armonizzata 1A; H350 (può causare il cancro); Notations: 'Skin' per la rilevanza dell'assorbimento cutaneo

Benzene è spesso considerato come un cancerogeno genotossico. Comunque il RAC ritiene che, sulla base del peso delle evidenze derivanti da un largo numero di informazioni sull'uomo negli ambienti di lavoro, è possibile individuare un limite di esposizione pari a 0,05 ppm (per la prevenzione del danno cromosomico del midollo osseo).

La Commissione europea ha proposto un aggiornamento della Direttiva 2004/37/EC

(22 settembre 2020).

Name of agent	EC No ⁽¹⁾	CAS No ⁽²⁾	8 hours ⁽³⁾		Notation	Transitional measures
			mg/m ³ ⁽⁵⁾	ppm ⁽⁶⁾		
Benzene	200-753-7	71-43-2	0.66	0.2	Skin ⁽⁸⁾	The limit value shall apply from four years after entry into force of this Directive. From two years up to four years after entry into force, a limit value of 0.5 ppm (1.65 mg/m ³) shall apply.

Il benzene nelle fonderie, storia di una esperienza

- Decomposizione termica delle resine fenolo formaldeide

(XI Convegno italiano di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole 1993)

O Chiantore, M Lazzari, M Fontana

- Emissioni di vapori organici da degradazione di materiali polimerici. Il caso del benzene nelle fonderie di ghisa e acciaio.

M Fontana, C Bertello, M Radeschi, G Sanvido, O Chiantore, M Lazzari.

(13° Congresso nazionale AIDII 1994)

Decomposizione termica in aria delle resine prevede una importante formazione di benzene.

L'emissione di benzene è accompagnata da altri composti organici. L'emissione è significativa durante le operazioni di formatura anime e di colata.

Lavorazioni monitorate

Ai fini della valutazione dei risultati, le differenti operazioni sono state raggruppate in

Formatura anime (a caldo e a freddo)

Preparazione staffe (preparazione delle terra, riempimento delle staffe, ramolaggio, talcatura, chiusura delle staffe).

Fusione: sono rappresentate le operazioni di caricamento dei forni (rottame o lingotti), fusione, spillaggio e trasporto del metallo fuso)

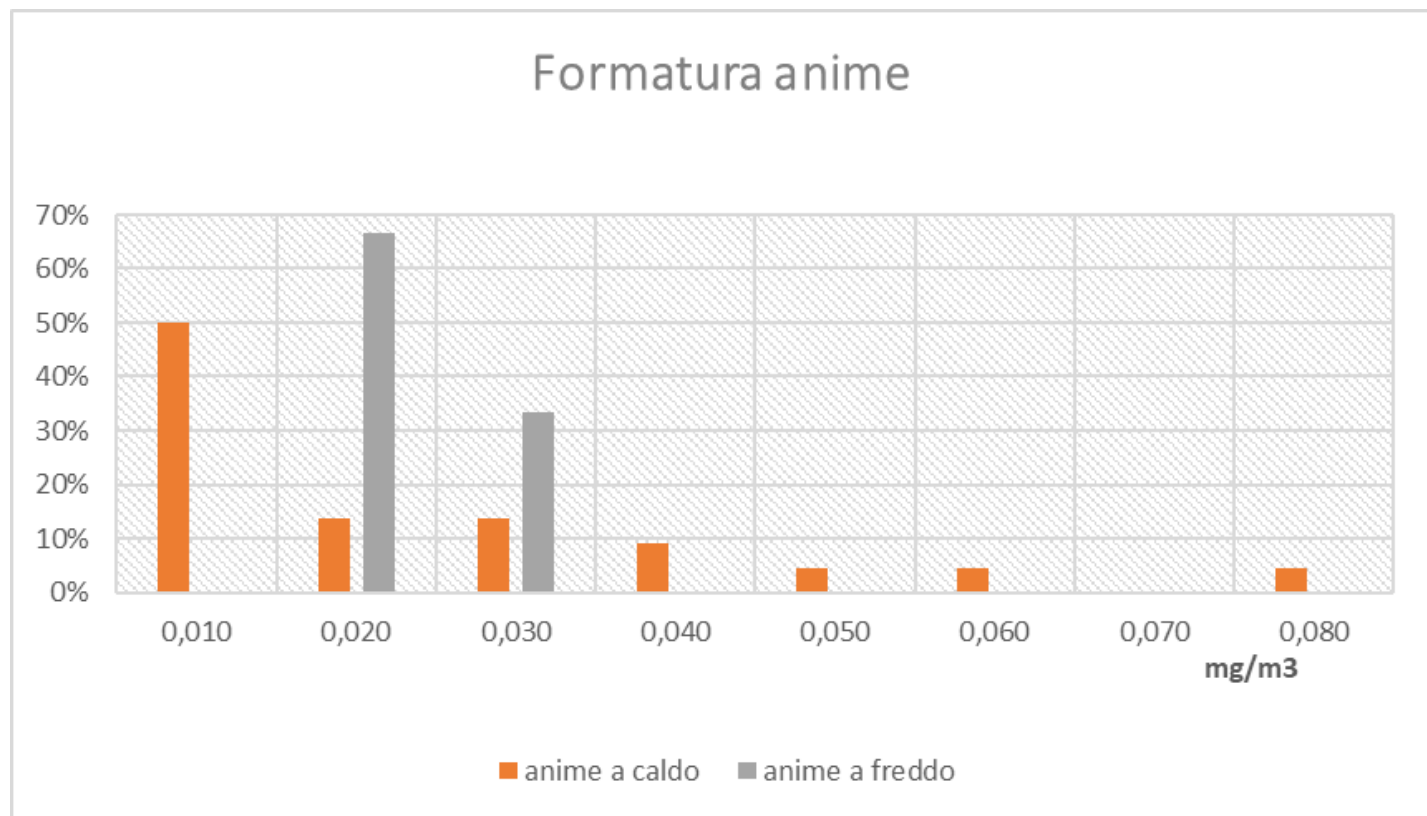
Colata: indica l'operazione di colata nello stampo del materiale fuso e le fasi di raffreddamento della staffa

La formatura delle anime avviene in genere in reparti specifici separati dalle altre lavorazioni e, in alcuni casi, è esternalizzata. In genere la preparazione delle staffe avviene nel reparto di «fonderia» che ricomprende anche la fusione e colata.

Benzene nella formatura anime

I risultati delle indagini riguardano in particolare la formatura a caldo delle anime, mentre il dato della formatura a freddo non è particolarmente significativo per numerosità dei campioni (6).

formatura anime a caldo	
Numero campioni	16
	mg/m3
lim inf MG	0,014
MG	0,019
lim sup MG	0,027
DSG	2,095
MEDIA	0,025
DS	0,021
Min	0,008
Max	0,080
95° percentile	0,065



Benzene nella preparazione staffe

La produzione delle staffe non prevede operazioni a caldo, ma nell'analisi dei risultati va considerato che molte di queste lavorazioni avvengono nel reparto di fonderia, in prossimità delle operazioni di colata e del successivo raffreddamento delle staffe.

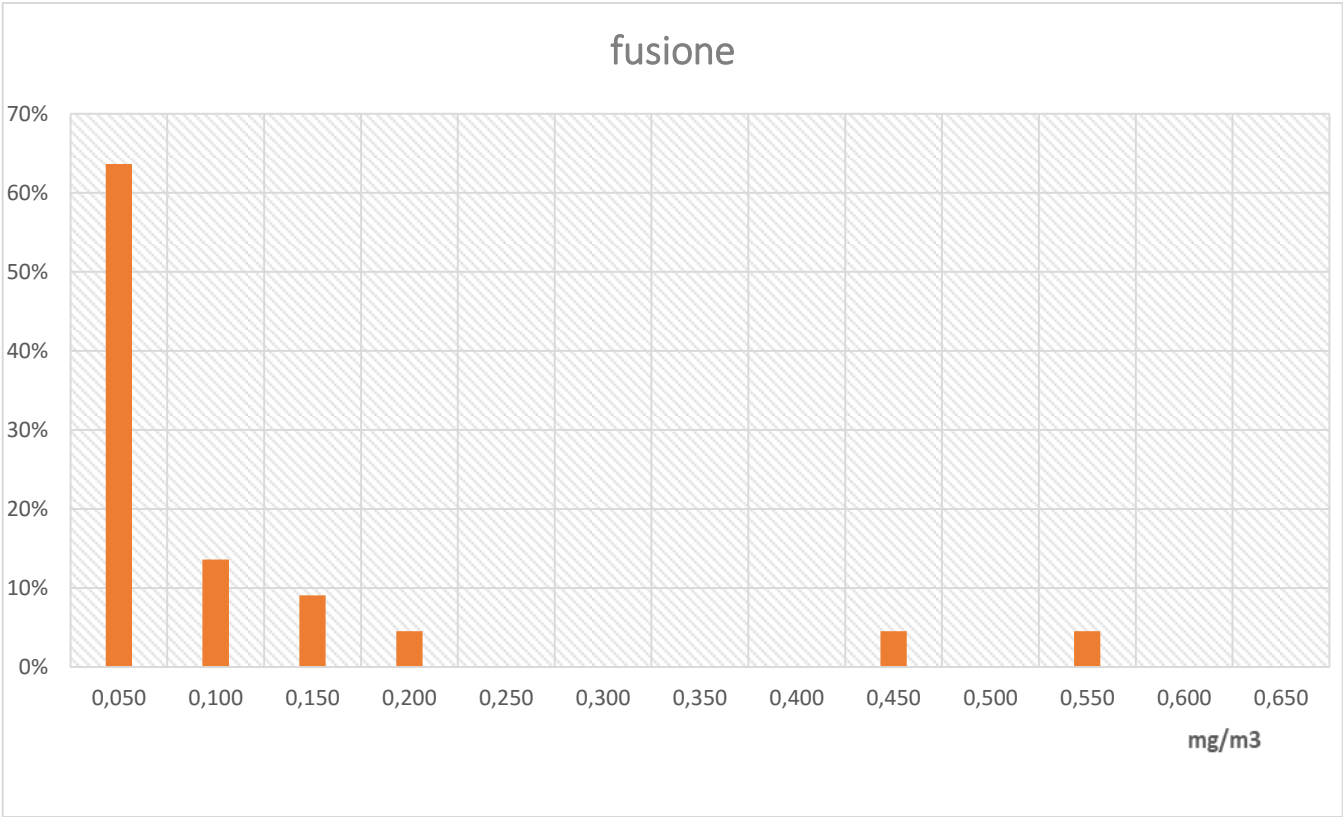
preparazione staffe	
Numero campioni	22
	mg/m3
lim inf MG	0,076
MG	0,125
lim sup MG	0,205
DSG	3,843
MEDIA	0,213
DS	0,174
Min	0,003
Max	0,602
95° percentile	1,144



Benzene nella fusione

Le operazioni di fusione ricomprendono tutte le fasi dal caricamento dei forni, alle attività di controllo e aggiunta di additivi, allo spillaggio dai forni e il trasporto del metallo fuso verso la zona di colata. Le attività avvengono in genere negli stessi ambienti in cui si eseguono le fasi di colata e non è possibile differenziare i vari contributi.

fusione	
Numero campioni	22
	mg/m3
lim inf MG	0,022
MG	0,036
lim sup MG	0,060
DSG	3,938
MEDIA	0,084
DS	0,131
Min	0,003
Max	0,510
95° percentile	0,343

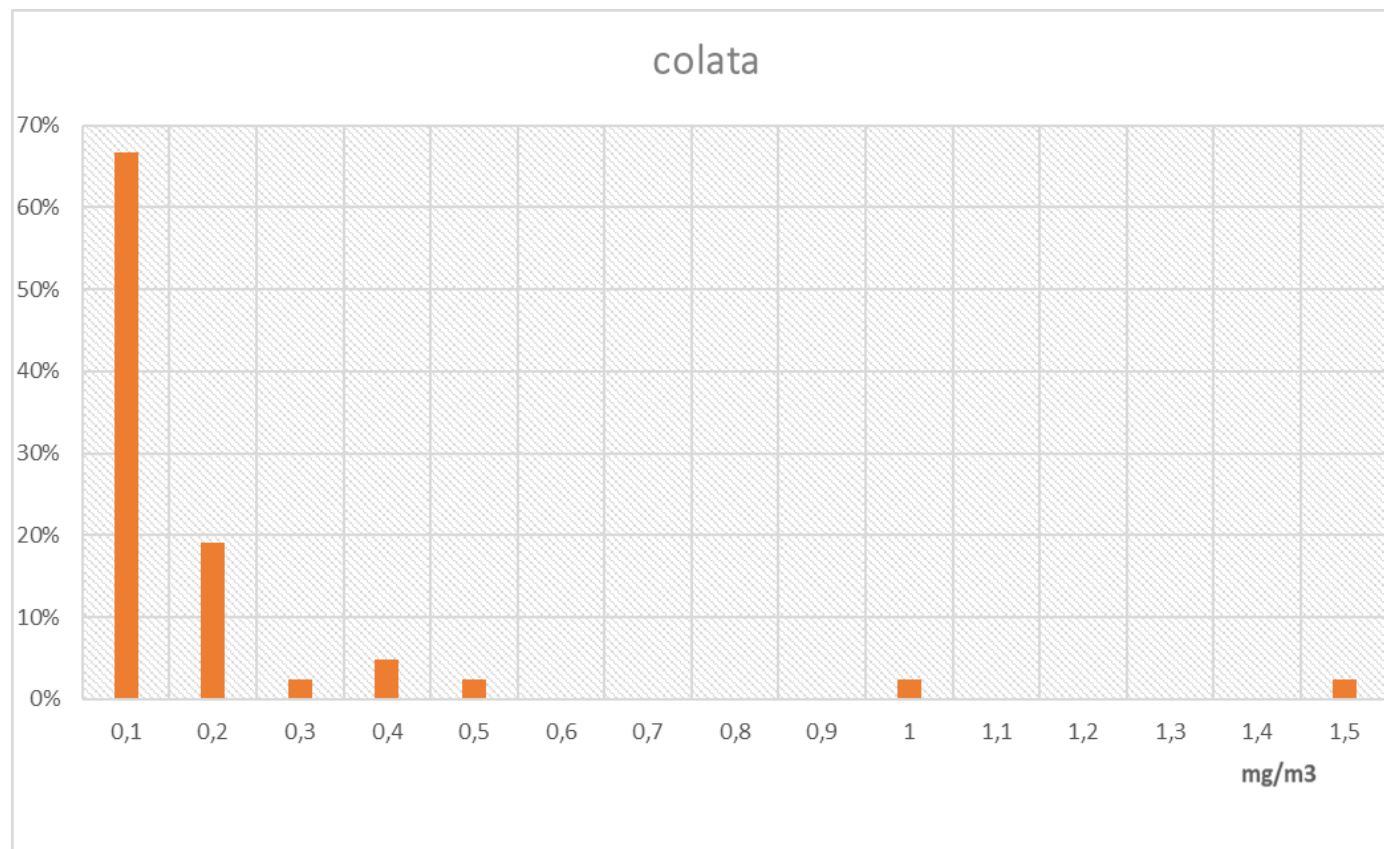


Benzene nella colata

Le attività che riguardano la fase di colata in stampo e la successiva fase di raffreddamento sono tra le operazioni maggiormente indagate. Per questa operazione sono disponibili anche diversi monitoraggi ambientali utili a verificare se e quanto i fumi che si generano durante la colata e il raffreddamento si disperdono negli ambienti di lavoro.

colata	
Numero campioni	42
	mg/m3
lim inf MG	0,027
MG	0,041
lim sup MG	0,063
DSG	5,124
MEDIA	0,202
DS	0,264
Min	0,002
Max	1,431

N.B. alcuni prelievi ambientali effettuati per caratterizzare l'emissione in fase di colata hanno evidenziato la presenza di concentrazioni locali di **2,2 mg/m3**





Colata e raffreddamento in zone priva di aspirazione





Colata e raffreddamento prima e dopo l'intervento di bonifica





Colata e raffreddamento in zone aspirate correttamente

Analisi di un caso studio

Presso una fonderia di ghisa, monitorata più volte negli ultimi 10 anni, sono stati effettuati recentemente monitoraggi di benzene (e di altri inquinanti) prima e dopo alcuni interventi di chiusura e aspirazione delle aree di raffreddamento delle staffe.

Sono stati effettuati alcuni monitoraggi sulle stesse postazioni (personali e ambientali) prima e dopo.

Ditta A		
	PRE	POST
Numero campioni	7	7
	mg/m3	mg/m3
lim inf MG	0,294	0,136
MG	0,435	0,201
lim sup MG	0,644	0,298
DSG	1,705	1,706
MEDIA	0,476	0,229
DS	0,160	0,131
Min	0,132	0,100
Max	0,602	0,418
95° percentile	1,047	0,485

La riduzione media delle concentrazioni è di circa il 50%

Scorporando i dati per postazioni si evidenzia

Una diminuzione media delle concentrazioni pari al 69% per le postazioni di preparazione delle staffe

Una riduzione decisamente meno marcata per le operazioni di fusione e colata (- 19%)

Una bonifica non conclusiva

L'analisi dei dati appaiati evidenzia che

1. la riduzione dell'esposizione sulle attività di preparazione delle staffe (riempimento delle staffe, ramolaggio, accoppiamento delle staffe) è particolarmente significativa in quanto queste aree si trovano in prossimità delle postazioni successive alle fasi di colata e di raffreddamento.
2. la riduzione dell'esposizione nelle altre postazioni è meno rilevante ed è risultata inferiore a quanto ci si sarebbe aspettato.
3. per le altre postazioni è possibile che risultino prevalenti l'emissione generate da altre sorgenti, come la zona di fusione e soprattutto della fase di colata

Conclusioni (1)

- L'analisi di dati che coprono un arco temporale è di interesse in quanto permette di verificare l'evoluzione nel tempo delle esposizioni
- Se si esclude il progetto effettuato negli anni novanta, i restanti risultati sono però relativi a situazioni specifiche legate all'attività di vigilanza.
- Nel settore delle fonderie si riscontrano realtà molto differenti tra loro (numero di dipendenti, automazione, produttività, reparti presenti, materiali in lavorazione, ecc.). Le esposizioni misurate nelle singole aziende sono spesso molto differenti tra loro e poco sovrapponibili.
- Nel tempo si assiste a differenti fenomeni con effetti contrastanti sull'esposizione.
 - La necessità di ridurre le emissioni diffuse verso l'esterno, soprattutto riducendo la possibilità di utilizzare l' «effetto camino» dalle aperture a soffitto, è accompagnato da un incremento dei sistemi di aspirazione localizzati che in alcuni casi non sono adeguatamente dimensionati.
 - L'introduzione di tecnologie in grado di migliorare sensibilmente la produttività porta ad un incremento significativo delle emissioni di inquinanti.

Conclusioni (2)

- Le fonderie restano caratterizzate da una esposizione importante a molteplici inquinanti (benzene e altre sostanze organiche volatili, formaldeide, silice, IPA, polveri e metalli pesanti, monossido di carbonio, diossine, ecc.), diversi dei quali sono classificati come cancerogeni certi o probabili per l'uomo.
- Le sorgenti emissive sono numerose e la limitata separazione dei reparti può comportare una importante dispersione di inquinanti anche in aree di lavoro diverse da quelle in cui si originano.
- Nei documenti aziendali, l'esposizione a benzene raramente è valutata. La valutazione dell'esposizione è necessaria ai fini dell'applicazione del Capo II del Titolo IX del D.Lgs. 81 e smi e deve essere effettuata attraverso campionamenti e analisi di laboratorio basati su metodiche validate (eventualmente supportate da modelli matematici e/o di matrici lavoro-esposizione).
- L'esposizione a benzene è ancora presente nelle attività di fonderia e se non controllata adeguatamente può raggiungere anche concentrazioni particolarmente rilevanti.