



Emissioni di Polveri Fini e Ultrafini da impianti di combustione

Sintesi per la stampa

Maggio 2009

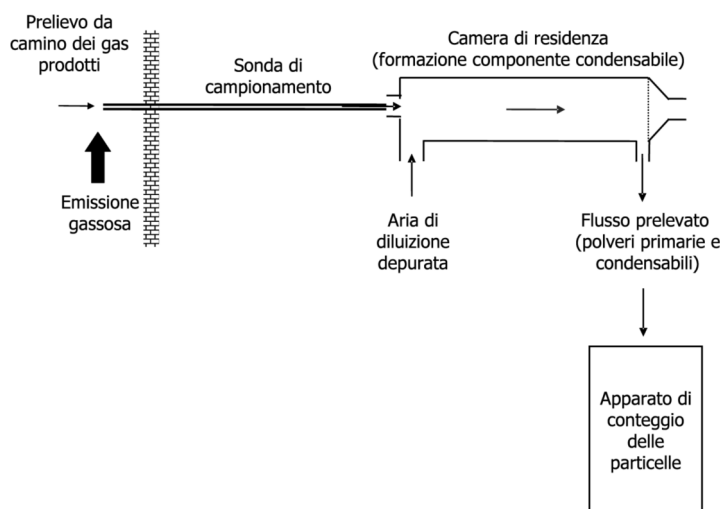
INTRODUZIONE

Lo studio – commissionato al LEAP (Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza) e condotto dai professori Stefano Cernuschi e Michele Giugliano (DIIAR Politecnico di Milano), Stefano Consonni e Aldo Coghe (Dipartimento di Energia Politecnico di Milano), Enrico Bergamaschi ed Agostino Gambarotta (Università degli Studi di Parma) e Pietro Apostoli (Università degli Studi di Brescia) – ha l'obiettivo d'inquadrare e valutare criticamente la fenomenologia, la consistenza e le potenziali implicazioni delle emissioni di particolato ultrafine (dimensioni inferiori a $0,1\mu\text{m}$) e nanopolveri (dimensioni inferiori a $0,05\mu\text{m}$) da impianti di combustione.

Il lavoro ha analizzato criticamente le acquisizioni e le conoscenze scientifiche oggi disponibili sulla formazione di polveri in impianti di combustione fissi (caldaie) e mobili (motori a benzina e Diesel), le emissioni che ne derivano, l'incidenza delle sorgenti civili e industriali, i meccanismi d'azione e i potenziali effetti sulla salute umana. Con un'estesa indagine sperimentale sono state valutate le presenze della frazione ultrafine e delle nanopolveri nelle emissioni da impianti fissi, in particolare piccole centrali termiche per il riscaldamento delle abitazioni alimentate a *pellet*, gasolio e gas naturale, nonché impianti industriali per la termovalorizzazione dei rifiuti.

L'indagine sperimentale ha utilizzato apparati di misura avanzati, che nel corso della ricerca sono stati configurati ed assemblati per la determinazione del numero di particelle con dimensioni fino a $0,007\mu\text{m}$. Le condizioni di prelievo e la configurazione del sistema di misura (vedi figura) hanno consentito di quantificare sia la componente primaria già presente all'emissione, sia quella secondaria, generata per formazione di nuclei e per condensazione dalla diluizione e dal raffreddamento che i gas subiscono in atmosfera.

Figura 1
Schematizzazione dell'apparato di prelievo e misura utilizzato nell'indagine.



LO STATO DELL'ARTE

Gli studi scientifici sulle emissioni e gli effetti delle polveri ultrafini (PU) e delle nanopolveri (NP) in atmosfera sono relativamente limitati. Le caratteristiche fisiche e chimiche di polveri così piccole rendono inoltre inapplicabili tanto i criteri di misurazione che le strategie di controllo sviluppate per il particolato più grossolano, caratterizzato da un contesto informativo più ampio ed assestato.

Le svariate campagne di misura condotte nell'aria ambiente segnalano presenze di polveri ultrafini che variano considerevolmente con il luogo: da 10-1000 particelle per cm^3 in aree rurali e marine fino a un milione di particelle per cm^3 ai bordi di strade con grande traffico. Tali presenze sono regolate in modo considerevole dal regime delle emissioni e dalla meteorologia, con riflessi in cicli stagionali, settimanali e giornalieri.

Nelle grandi aree urbane la fonte più significativa di PU è rappresentata dal traffico veicolare, in primo luogo i motori Diesel convenzionali senza filtro antiparticolato, seguiti da quelli a benzina a iniezione diretta, da quelli a benzina convenzionali, da quelli a gas naturale e da quelli Diesel con filtro antiparticolato. Negli ambienti domestici interni – caratterizzati comunque da concentrazioni inferiori rispetto all'ambiente esterno – le sorgenti tipiche di PU sono il fumo di sigaretta, le candele, gli spray profumati e la frittura di carni. Tra gli impianti di combustione fissi, le emissioni più consistenti di PU (1-100 milioni per cm^3) si registrano per le caldaie a combustibili solidi (carbone, biomasse) e liquidi, seguite dagli inceneritori di materiali residui di vario tipo (100.000-1.000.000 per cm^3) e dalle turbine a gas (1000 per cm^3).

Negli impianti di combustione fissi le emissioni sono fortemente influenzate dalla presenza di sistemi di depurazione, con i filtri a tessuto e i depolveratori elettrostatici che possono garantire efficienze di rimozione superiori al 99% e concentrazioni anche inferiori a 1 mg/m^3 . Per i veicoli, le tecnologie attualmente adottate per il trattamento dei gas di scarico, orientate alla rimozione con elevate efficienze del particolato fine, non comprendono specifici interventi finalizzati alla contestuale riduzione dell'ultrafine e soprattutto delle nanopolveri.

Fino ad ora solo pochi studi hanno preso in considerazione gli effetti di specifiche frazioni o componenti del particolato atmosferico sulla salute, verosimilmente a causa della indisponibilità di metodi di misura.

La letteratura internazionale ha evidenziato in maniera consistente un legame fra esposizione a PF ed effetti osservabili a breve termine sulla mortalità giornaliera, soprattutto per cause cardiovascolari, sul numero di accessi ospedalieri, sul peggioramento dei sintomi in soggetti affetti da patologie respiratorie croniche.

Solo recentemente, gli studi epidemiologici che hanno considerato il possibile ruolo della frazione ultrafine (PU) sono giunti a queste conclusioni: i) esiste un debole effetto delle polveri fini e delle PU sia sulla mortalità totale sia su quella per cause respiratorie e cardiovascolari; ii) le PF sono tendenzialmente associate a effetti immediati (latenza di 0-1 giorni), prevalentemente respiratori, mentre le PU ad effetti relativamente ritardati (latenza di 4-5 giorni), prevalentemente cardiovascolari (ricadute di episodi di ischemia coronarica, aritmie); iii) gli effetti delle due frazioni, ove misurate, appaiono indipendenti; ne consegue che la misura delle polveri fini non può essere utilizzata come indicatore d'esposizione a quelle ultrafini. L'assenza di misure d'esposizione su popolazioni sufficientemente vaste e la difficoltà a ricostruire esposizioni personali at-

tendibili (incluse le sorgenti *indoor*) fanno concludere che le evidenze accennate sono molto deboli e che le stime di rischio hanno significatività statistica limitata.

Per diverso tempo si è cercata una plausibilità biologica o tossicologica che spiegasse i meccanismi responsabili degli effetti osservati, specialmente dopo l'oggettivo miglioramento della qualità dell'aria osservato negli ultimi decenni. Le evidenze tossicologiche, ottenute anche in studi controllati su volontari umani, tendono a mostrare che le particelle sono più tossiche col diminuire delle dimensioni, anche se questo non può prescindere dalla loro composizione fisico-chimica (incorporazione di componenti organiche e metalli di transizione). Tuttavia, la capacità di produrre un processo infiammatorio e, attraverso questo meccanismo, effetti sistemici anche a lungo termine (sviluppo di aterosclerosi) non è universalmente accettata.

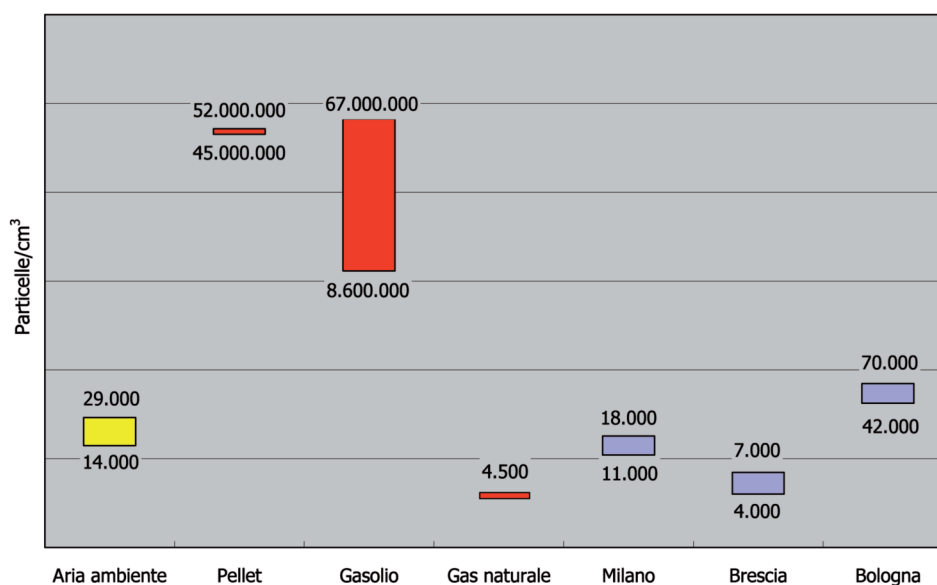
Benché siano necessari ulteriori approfondimenti per chiarire i meccanismi d'azione biologica, l'elevato numero di particelle caratterizzate da una enorme area superficiale, la maggiore efficienza di deposizione nel polmone profondo e la dimostrata capacità di attraversamento delle barriere epiteliali, costituiscono probabilmente fattori da considerare in termini tossicologici, anche se non necessariamente assumono una valenza sotto il profilo epidemiologico. Isolare l'effetto specifico delle particelle da quello di altri inquinanti potrebbe apparire quanto mai opportuno, ma è molto difficile, in quanto l'inquinamento da PU è solo un aspetto del più complesso problema delle emissioni in ambiente legate ad attività antropiche.

L'INDAGINE SPERIMENTALE

Le campagne di misura hanno interessato tre impianti di termovalorizzazione di rifiuti rappresentativi delle più recenti realizzazioni italiane, nonché una serie di caldaie per riscaldamento civile alimentate con combustibili rappresentativi della varietà di situazioni riscontrabili in tale contesto.

I principali risultati dell'indagine sono sintetizzati nella figura, che confronta il numero di particelle ultrafini rilevato nell'aria ambiente utilizzata quale aria comburente con quello misurato nei prodotti di combustione.

Figura 2
Sintesi comparativa dei risultati dell'indagine sperimentale.



Le concentrazioni più elevate sono state riscontrate per la caldaia alimentata a *pellet*, con un valore medio di 46 000 000 di particelle per cm³, poco sensibile al raffreddamento e alla diluizione con aria ambiente trattata con filtro assoluto. Il numero di particelle rilevato per la caldaia a gasolio è invece compreso in un intervallo molto ampio, che va da un minimo di 8 000 000 di particelle per cm³ a un massimo di 67 000 000 di particelle per cm³. In questo caso la formazione di nuovi nuclei e la condensazione conseguenti al raffreddamento e alla diluizione con l'aria ambiente trattata comportano un forte incremento delle concentrazioni. In ambedue i casi le concentrazioni allo scarico risultano largamente superiori a quelle nell'aria ambiente utilizzata per la combustione (mediamente 28 000 particelle per cm³). In linea con le diverse caratteristiche del combustibile, i risultati per le caldaie alimentate a gas naturale mostrano concentrazioni molto più ridotte, con valori medi di 4.500 particelle per cm³, sistematicamente inferiori a quelli nell'aria utilizzata per la combustione.

Per gli impianti di termovalorizzazione di rifiuti, le misure sull'impianto Silla 2 di Milano mostrano concentrazioni al camino comprese tra 11.000 e 17.000 particelle per cm^3 , sempre inferiori al livello medio rilevato nell'aria ambiente dell'impianto, pari a 32.000 particelle per cm^3 . Non dissimili i risultati per l'impianto di Brescia, con concentrazioni al camino oscillanti tra 4.000 e 9.000 particelle per cm^3 , a fronte di una concentrazione media di 14.000 particelle per cm^3 nell'aria comburente. Per l'impianto di Bologna le misure indicano concentrazioni leggermente superiori a quelle degli altri due impianti, con valori compresi tra 42.000 e 70.000 particelle per cm^3 a fronte di una concentrazione media nell'aria ambiente di circa 19.000 particelle per cm^3 .

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le emissioni di polveri ultrafini (PU), inteso come il materiale di dimensioni tra 0,007 e 0,1 μm , sono risultate in linea con la qualità del combustibile, le modalità di combustione e la presenza e configurazione delle linee di depurazione.

Le concentrazioni all'emissione dei termovalorizzatori sono simili a quelle nell'aria ambiente, se non più basse, e di poco superiori e quella nei fumi di caldaie civili alimentate a gas naturale. La presenza di PU nei fumi emessi dai termovalorizzatori è sistematicamente inferiore (almeno 100 volte) a quelle nei fumi delle caldaie civili alimentate a *pellet* di legna o a gasolio.

Per tutte le tipologie di impianto indagate, le emissioni sono caratterizzate dalla larga prevalenza di frazioni ultrafini e nanopolveri, con un'apprezzabile presenza della componente di origine secondaria costituita da nuclei di nuova formazione e polveri condensate per effetto della diluizione e del raffreddamento dei gas. Da un lato, questo sottolinea l'importanza dei fenomeni che hanno luogo in atmosfera, con la produzione di PU aggiuntive a quelle formate nella combustione. Dall'altro, ciò conferisce un importante elemento di cautela ai risultati dello studio, segnalando la necessità di tener ben presente il ruolo della componente secondaria nella formulazione dei protocolli di misura.

*ufficio stampa
Federambiente*

Pietro Stramba-Badiale
06.47865331
335.7615257

stampa@federambiente.it
www.federambiente.it



federambiente