

Le caldaie moderne non producono polveri tossiche per l'organismo umano

Un recente studio ha confermato che il PM10 inorganico, emesso dalle moderne caldaie a biomasse legnose, ha una tossicità da trascurabile a non rilevabile sulle cellule polmonari umane. La ricerca scientifica è stata presentata a Zurigo nel corso del 14° Holzenergie-Symposium svoltosi nel settembre del 2016 ed è disponibile, tradotta integralmente in italiano, al link riportato in calce

Valter Francescato, direttore tecnico AIEL

La combustione delle biomasse genera differenti tipi di particolato con proprietà e impatti sulla salute umana significativamente diversi. Questi composti devono essere necessariamente distinti per una corretta valutazione dell'influenza della combustione delle biomasse sulla qualità dell'aria.

È necessario quindi considerare opportunamente la rilevanza sulla salute dei diversi componenti del PM10 e prendere in considerazione il potenziale impatto dell'aerosol secondario, originato dai composti organici volatili, nel distinguere le diverse tecnologie di combustione e il loro effetto sulla qualità dell'aria.

COMPOSIZIONE DEL PM10

Il particolato dalla combustione del legno si distingue, in funzione del tipo di biocombustibile e del regime di combustione, nei seguenti prodotti, alcuni dei quali si originano nel camino (caldo) e altri nell'atmosfera (figura 1):

1. Prodotti della combustione incompleta (PIC):

1.a) **Particolato solido primario** in forma di fuliggine composto da carbonio elementare (EC), black carbon (BC) e aerosol organico primario (POA).

b) **Composti condensabili organici primari**, (COC) in forma di gocce liquide o condensati in particelle solide, che contribuiscono al brown carbon in

atmosfera (C_{brown}). I COC sono originati dai composti volatili organici non metanici (NMVOC) nei gas di scarico e contribuiscono al POA, in quanto i COC si trovano o nella fase solida o in quella liquida nei gas di scarico o si formano per condensazione quando diluiti nell'aria ambiente.

c) **Composti organici volatili** (VOC) nei gas di scarico, agiscono da precursori dell'aerosol organico secondario (SOA) in atmosfera.

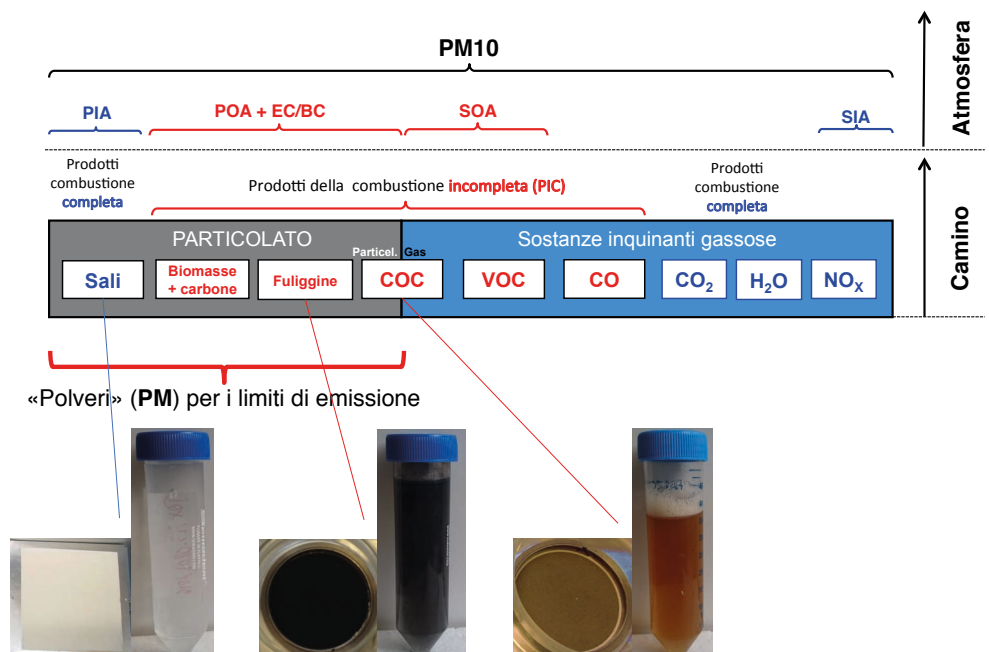
2. Particolato derivato dalla compo-

nente non carboniosa del biocombustibile:

d) I costituenti delle ceneri del biocombustibile (K, Na, Ca, Zn, Cl, S, Mn, Mg, P e altri) portano alla formazione di **particolato inorganico** (sali come il KCl e ossidi quali K_2SO_4 , $CaCO_3$, CaO).

e) L'azoto contenuto nel biocombustibile porta alla formazione di **ossidi di azoto** (NOx) che possono contribuire alla formazione di particolato inorganico secondario. Nel caso del legno, tut-

Figura 1 – Composizione del PM10 della combustione del legno [2].



tavia, si tratta della componente meno rilevante ai fini della qualità dell'aria. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato che solo il 50% dell'azoto nel biocombustibile è emesso come NOx nell'atmosfera, mentre l'altra metà è emessa come innocuo N₂. Inoltre, considerando il "ciclo della combustione delle biomasse dal bosco alle emissioni", gli alberi riassorbono il 50% in più di azoto rispetto a quello emesso in atmosfera dalla combustione [1].

La figura 1 mostra i componenti del PM10 prodotti, nel camino e nell'atmosfera, dalla combustione completa e incompleta del legno [2].

Quando le emissioni raggiungono l'atmosfera possono avvenire reazioni secondarie che portano alla formazione addizionale di particolato, in particolare

SOA dai VOC e sali inorganici dai NOx. In cattive condizioni di combustione le emissioni di VOC sono molto elevate e l'emissione di SOA può superare quelle del particolato primario. Questo accade tipicamente nella fase di accensione degli apparecchi manuali, nella fase di fiamma dei vecchi e tradizionali apparecchi a legna¹ e in tutte le operazioni di gestione non corretta dei generatori manuali a legna (legna umida, dimensione non

¹ Si intendono gli apparecchi di vecchio tipo con focolare a fiamma superiore a singolo iniettore d'aria comburente e tiraggio naturale, ovvero combustione a singolo stadio. In questi generatori si rileva tipicamente una elevata componente di materiale incombusto e la parte carboniosa del particolato primario può superare il 50%. Questi generatori contribuiscono in modo significativo alla produzione di BC, POA e SOA in atmosfera.

ideale, sovraccarico dell'apparecchio, chiusura registri d'aria).

Nelle **moderne caldaie con tecnica di combustione a due stadi**, grazie alle elevate temperature raggiunte e a una combustione (quasi) completa, nonché ai sistemi di controllo elettronico dell'aria comburente, le emissioni di BC, POA e VOC rimangono estremamente basse (<<5 g/GJ). Il particolato in questo caso è formato principalmente dai costituenti inorganici del biocombustibile (sali). Questo tipo di particolato, inoltre, si lascia separare molto efficacemente dai sistemi di filtrazione (misure secondarie) di tipo elettrostatico o a maniche (i primi attualmente applicabili anche a caldaie di piccola potenza), garantendo un fattore di emissione di PM10 - più o meno abbondantemente - inferiore a 5 g/GJ.

TOSSICITÀ DEL PM10

Le condizioni di combustione influenzano fortemente il livello di tossicità del particolato, quindi i suoi effetti sulla salute. Inoltre, i gas di scarico della combustione del legno contengono specie reattive dell'ossigeno (Ros, *Reactive oxygens Species*), responsabili degli stress ossidativi e per questo utilizzati come marcatori dei potenziali effetti dannosi sulla salute umana. Il contenuto di Ros dipende molto dalle temperature di combustione e di conseguenza varia in funzione dei tipi di apparecchi. Come già documentato in questa rivista, studi scientifici hanno dimostrato che combustioni povere e incomplete in apparecchi tradizionali e/o mal gestiti, generano un particolato particolarmente tossico per le cellule e le loro funzioni rispetto al PM10 inorganico emesso dalle moderne caldaie [3]. Un nuovo recente studio, di cui in calce si riporta il link alla sua versione integrale in italiano, condotto sul particolato e i COC emessi da apparecchi a legna e caldaie automatiche, ha confermato che **le moderne caldaie, in condizioni di funzionamento ottimale, producono un PM10 inorganico**

Figura 2 - Tasso di sopravvivenza cellulare per i generatori analizzati in diverse modalità di funzionamento, in funzione della quantità di gas di scarico che ha attraversato il fluido di campionamento ("tossicità per MJ di energia primaria entrante") [4].

