

RIVISTA TECNICA

ENERGIA RINNOVABILE DALL'AGRICOLTURA E DALLE FORESTE

agriforenergy

BIOMASSE SOLIDE AGROFORESTALI, BIOGAS E BIOMETANO, BIOCARBURANTI AGRICOLI E MATERIE PRIME RINNOVABILI

SPECIALE EMISSIONI
Strategie e misure
di riduzione

La proposta politica di AIEL
per il futuro del biogas agricolo

Nasce il Gruppo
Minicogenerazione
da Biogas e Biomasse

Tutte le aziende italiane
certificate ENplus

PAGINE AIEL

Elenco aggiornato
del Gruppo Produttori
Professionali Biomasse

MERCATI&PREZZI AGGIORNAMENTI E NOVITÀ

Particolato e benzo(a)pirene si abbattano con moderne tecnologie e corrette condizioni di funzionamento

Valter Francescato, AIEL

Nelle regioni italiane del bacino padano la qualità dell'aria è in progressivo miglioramento, come testimoniano i dati, rilevati negli ultimi decenni, dei principali inquinanti dell'aria, compreso il particolato (Benassi, 2014; Lanzani, 2014). Tuttavia, la combustione domestica del legno contribuisce ancora in modo rilevante alla formazione di particolato, soprattutto d'inverno, quando forma circa il 50% del particolato primario (Gurrieri e Lanzani, 2014). Questa problematica deriva dal fatto che esiste attualmente un parco apparecchi a legna molto diffuso che, nelle più popolate regioni del bacino padano (Veneto, Lombardia e Piemonte) supera il milione di pezzi installati. Più della metà dei generatori sono di tipo tradizionale, con età media superiore a dieci anni e un fattore di emissione di PM_{10} superiore a 400 g/GJ. A questo si aggiunge il fatto che la legna da ardere è spesso usata impropriamente (dimensione, contenuto idrico), le installazioni non sono conformi alla norma tecnica (UNI 10683) e le manutenzioni, soprattutto la pulizia degli impianti fumari, non sono eseguite regolarmente.

QUALITÀ DEL PARTICOLATO

Una ulteriore criticità rilevata negli ultimi anni riguarda la qualità del particolato prodotto dalla combustione domestica del legno. **Tanto meno performante e completo è il processo di combustione, tanto maggiore è la quota di carbonio organico che compone il particolato, con un conseguente aumento della sua tossicità derivata (soprattutto) alla presenza di numerosi Idrocarburi Policiclici Aromatici, il più noto dei quali è il benzo(a)pirene.**

medi di letteratura (*Emission Inventory Guidebook*, 2013), impiegati per le stime degli inventari regionali delle emissioni.

LA QUESTIONE BENZO(A)PIRENE

Rispetto agli altri inquinanti dell'aria il benzo(a)pirene è stato rilevato tendenzialmente in aumento, in particolare in alcune valli alpine e prealpine dove supera d'inverno (più o meno abbondantemente) il valore limite di 1 ng/m^3 , testimoniando il notevole consumo di legna in apparecchi poco performanti. Questa situazione ha allarmato molti pubblici amministratori di Comuni montani. In un caso a noi noto il Sindaco ha sospeso il progetto di realizzazione di un impianto a cippato da 300 kW, in sostituzione della caldaia a gasolio esistente (in area non metanizzata), per timore di aumentare il benzo(a)pirene che d'inverno aveva già superato il valore soglia. Inoltre, abbiamo letto spesso articoli di stampa, che riprendevano (malamente) i contenuti delle presentazioni annuali dei dati di qualità dell'aria di alcune regioni, in cui si accusava apertamente e indistintamente la combustione del legno, facendo riferimento ai fattori di emissione

EMISSIONI IN CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO OTTIMALE

Il presente articolo riporta i principali risultati di uno studio pubblicato nel 2012 da alcuni autorevoli centri di ricerca tedeschi che hanno analizzato e comparato le emissioni di apparecchi e caldaie domestiche allo stato dell'arte (2006), posti in condizioni di funzionamento ottimale, alimentati a legna, cippato e pellet.

In particolare sono stati considerati il particolato (PM) e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) per determinare l'effetto di tossicità sulla salute umana (AA. VV., 2012). Il PM è stato collezionato con l'ausilio di un tunnel di diluizione, per determinare anche la componente organica dei condensabili (particolato secondario). La massa di PM è stata pesata con e senza condizionamento ($120 \text{ }^\circ\text{C}$ per 8 ore) del filtro umido di campionamento. I campionamenti sono stati condotti sia con partenza a freddo sia con partenza a caldo dei generatori indagati (tabella 1).

Tabella 1 – Caratteristiche dei generatori e dei biocombustibili

| Tipo di generatore | Specie legnosa | kW | Abbrev. | Ceneri (g/kg) | Contenuto idrico (%) | Ceneri (% s.s.) |
|--------------------|----------------|----|---------|---------------|----------------------|-----------------|
| Caldaia a pellet | abete | 25 | PBs | 2,8 | 7,7 | 0,28 |
| Stufa a pellet | abete | 13 | PSs | 2,8 | 8,0 | 0,28 |
| Caldaia a cippato | abete | 30 | CBs | 4,7 | 23 | 0,48 |
| Caldaia a legna | abete | 30 | LBs | 5,1 | 17 | 0,52 |
| Caldaia a legna | faggio | 30 | LBb | 4,0 | 15 | 0,41 |
| Stufa a legna | abete | 8 | LSs | 5,3 | 13 | 0,54 |
| Stufa a legna | faggio | 8 | LSb | 4,1 | 13 | 0,42 |

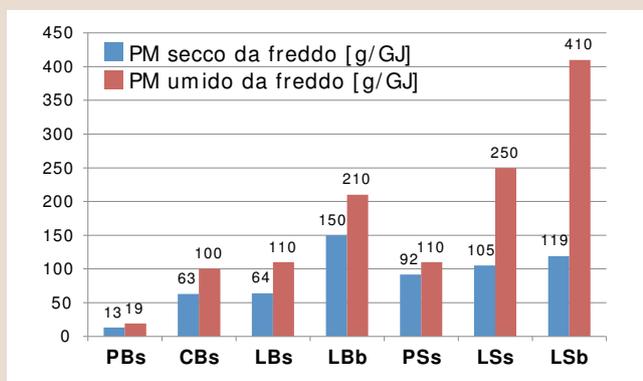


Grafico 1 – Emissioni di PM, filtro umido e secco con partenza da freddo. Per le sigle in ascissa fare riferimento a quanto riportato in tabella 1.

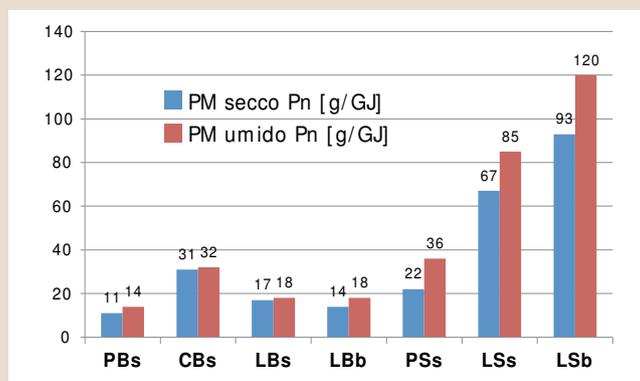


Grafico 2 – Emissioni di PM, filtro umido e secco a potenza nominale. Per le sigle in ascissa fare riferimento a quanto riportato in tabella 1.

PARTICOLATO (PM)

La perdita di peso del filtro di campionamento dopo il condizionamento è correlata con la quantità di particolato secondario (SVOCs), maggiore è il suo contenuto nel PM, maggiore è la perdita di massa rilevata dopo l'essiccazione del filtro. Le maggiori perdite sono state rilevate nelle due stufe a legna, in particolare quella alimentata con il faggio (grafico 1), nelle partenze da freddo del generatore. **L'accensione della legna necessita di più tempo e produce più emissioni a causa della difficoltà di essiccare pezzi di legna relativamente grandi durante il processo di combustione e la successiva distillazione dei gas combustibili.** La complessità del processo deriva dalla minore omogeneità e la minore superfi-

cie di impatto della fiamma.

In condizioni di esercizio dei generatori a potenza nominale (grafico 2) la situazione migliora sensibilmente, in termini di particolato secondario. I generatori automatici, la caldaia a legna e la stufa a pellet sono caratterizzati dai più bassi valori di emissione di PM.

BENZO(A)PIRENE

I maggiori valori di benzo(a)pirene sono stati rilevati nei generatori manuali a legna, in particolare con partenza da freddo (grafico 3). Le stufe a legna sono caratterizzate dai maggiori valori di emissione a potenza nominale, tuttavia se confrontiamo i dati rilevati (11-12 mg/GJ) con quelli indicati dal *Guidebook* 2013, ovvero quelli impiegati per le stime degli inventari regionali delle emissioni, riferiti alle stufe ad alta efficienza (121 mg/GJ), c'è un rapporto 1:10. Lo stesso vale, più o meno, per le stufe a pellet. Nel caso delle caldaie manuali a legna, rispetto ai valori rilevati a potenza nominale (0,12 mg/GJ), il valore del *Guidebook* 2013 è 80 volte superiore, mentre diventa comparabile se consideriamo la partenza da freddo del generatore. I valori del *Guidebook* 2013 (10 mg/GJ) sono molto superiori (fino a 300 volte!) anche in confronto a quanto rilevato nella caldaia a cippato e a pellet (rispettivamente 0,15 e 0,03 mg/GJ a potenza nominale).

TOSSICITÀ EQUIVALENTE DEI POLICICLICI AROMATICI

La Fondazione Tedesca per la Ricerca (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Dfg) ha sviluppato, in via sperimentale, un approccio per valutare la scala di rischio per la salute causata dall'esposizione ai composti policiclici aromatici (IPA). Similmente a quanto avviene già per le diossine, la tossicità equivalente (TEQ) esprime l'effetto di tossicità attraverso la concentrazione della sostanza di riferimento in grado di generare i medesimi effetti tossici. La TEQ è in relazione con l'effettiva concentrazione di una data sostanza tramite il Fattore di equivalenza tossica (TEF), parametro adimensionale che moltiplicato per la concentrazione effettiva fornisce la tossicità equivalen-



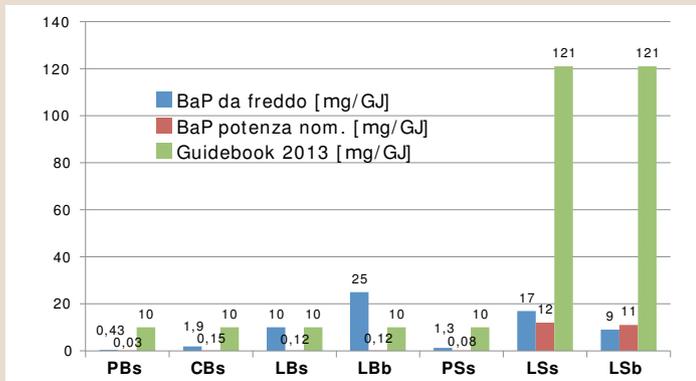


Grafico 3 – Emissioni di benzo(a)pirene, con partenza da freddo e a potenza nominale, e confronto con i valori del Guidebook 2013. Per le sigle in ascissa fare riferimento a quanto riportato in tabella 1.

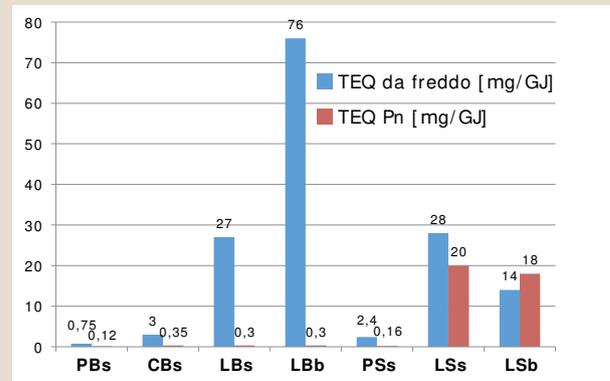


Grafico 4 – TEQ in riferimento al benzo(a)pirene, valori con partenza da freddo e a potenza nominale. Per le sigle in ascissa fare riferimento a quanto riportato in tabella 1.

te. Nella fattispecie il Fattore di equivalenza tossica del benzo(a)pirene è posto pari a 1, mentre agli altri IPA è assegnato un valore di rischio potenziale maggiore o minore. Il grafico 4 mostra i risultati dell'analisi. In generale i più bassi valori di tossicità equivalente sono raggiunti dai generatori automatici, in particolare la caldaia a pellet che, rispetto alla stufa a legna (moderna), è caratterizzata da valori 150 volte inferiori. Se si considera un ipotetico confronto con le stufe a legna tradizionali che, a differenza della moderna stufa qui analizzata, sono molto meno performanti (per ragioni di età) e operano spesso in condizioni di funzionamento non ottimale, ci si può attendere un rapporto di tossicità equivalente fino a **1.000 volte superiore** rispetto ai moderni generatori.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Questo studio dimostra che **le moderne stufe a legna poste in condizioni di funzionamento ottimale emettono benzo(a)pirene in quantità 10 volte inferiore rispetto ai fattori di emissione considerati nelle stime degli inventari delle emissioni**. Il miglioramento della qualità dell'aria passa quindi, necessariamente, anche attraverso la sostituzione di generatori domestici poco performanti con moderni apparecchi a legna che, tuttavia, devono essere installati e gestiti

correttamente. **Le stufe a pellet hanno valori di PM e TEQ nettamente inferiori alle stufe a legna allo stato dell'arte.**

Le caldaie manuali a legna sono estremamente performanti in termini di emissioni e tossicità equivalente, tuttavia «soffrono» nella fase di accensione (grafici 3 e 4). Perciò, è fondamentale la loro corretta installazione, in particolare è indispensabile l'abbinamento con un accumulo inerziale correttamente dimensionato per limitare il numero di accensioni. Questo concetto vale, almeno in parte, anche per le caldaie automatiche, soprattutto quelle a cippato. Le caldaie automatiche sono caratterizzate dai più bassi valori di emissione e la tossicità del particolato è paragonabile a quella della maggior parte delle caldaie a gasolio attualmente in esercizio. Il miglior risultato è stato ottenuto dalla caldaia a pellet, mentre le prestazioni della caldaia a cippato possono essere ulteriormente migliorate usando cippato con contenuto idrico inferiore al 20%. Per migliorare le emissioni della fase di accensione delle caldaie manuali a legna è raccomandabile equipaggiarle con un sistema di accensione automatica.

Questo studio indica chiaramente che la sola massa di particolato non riflette in modo esaustivo la variabilità della tossicità potenziale del particolato emesso dai generatori a biomassa, così come i

miglioramenti della tecnica di combustione.

L'auspicio è che i risultati qui riportati aiutino i pubblici decisori ad attivare provvedimenti più opportuni ed efficaci nei confronti del settore; le modalità per migliorare la qualità dell'aria senza rinunciare, o peggio vietare, la combustione della rinnovabile legna ci sono, la nostra Associazione è disponibile a collaborare per attuarle concretamente. ●

Bibliografia

AA.VV. 2012. Comparison of Emissions from Wood Combustion. Part 1: Emission Factors and Characteristics from Different Small-Scale Residential Heating Appliances Considering Particulate Matter and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)-Related Toxicological Potential of Particle-Bound Organic Species. ACS Publications, American Chemical Society. Energy Fuels 2012, 26, 6695-6704.

Gurrieri G., Lanzani G. 2014. Emissioni del riscaldamento domestico a biomasse, il Piano generale degli interventi per la qualità dell'aria di Regione Lombardia (PRIA) e iniziative comuni per il miglioramento della qualità dell'aria. Progetto Fuoco 2014.

Benassi A. 2014. Linee programmatiche attuate dalla Regione Veneto per la riduzione delle emissioni derivanti dal settore del riscaldamento residenziale. Progetto Fuoco 2014.