

# **Influenza dell'Uso delle Migliori Tecnologie Disponibili sui Costi Ambientali alla luce della Direttiva Europea IPPC. Caso Studio: Termovalorizzatore Silla 2**

Angelo Bonomi

Consulente Ambientale, Verbania

*(Atti dei Seminari di ECOMONDO 2005, Rimini, 26-29 Ottobre 2005, Vol 1. pp. 322-332)*

## **Sommario**

*L'entrata recente in applicazione della direttiva europea IPPC, la recente disponibilità di documenti dell'Unione Europea sulle migliori tecnologie disponibili per gli inceneritori e sulle procedure per la loro valutazione e selezione unitamente ai primi risultati sui costi ambientali degli inquinanti stimati nel programma europeo CAFE, mettono a disposizione nuovi metodi e dati per le valutazioni delle tecnologie usate per lo smaltimento dei rifiuti urbani. In questa memoria viene trattato un esempio di applicazione di questi metodi per il termovalorizzatore Silla 2 confrontando la tecnologia attuale non catalitica di abbattimento degli NO<sub>x</sub> con quella migliore disponibile di trattamento catalitico. I dati di impatto ambientale sono stati stimati con un opportuno modello semplificato di impianto utilizzante le due tecnologie e i costi delle due opzioni valutate tenendo conto dei costi ambientali o esterni degli inquinanti. I risultati mostrano che il risparmio in costi ambientali sono dello stesso ordine di grandezza o addirittura superiori ai costi addizionali dovuti all'introduzione di nuove migliori tecnologie di abbattimento.*

## **1. Introduzione**

La direttiva europea 96/61/CE sulla riduzione e prevenzione integrata dell'inquinamento (IPPC) e il suo recepimento avvenuto con il D. Lgs n. 372 del 4 agosto 1999 e con il successivo D. Lgs n. 58 del 18 febbraio 2005 che estende l'applicazione anche ai nuovi impianti, introduce importanti novità nel panorama italiano che meritano di essere analizzate da vicino. D'altra parte la recente pubblicazione dell'Ufficio Europeo EIPPCB della bozza finale del documento di riferimento per le migliori tecniche disponibili per l'incenerimento dei rifiuti (1), avvenuta nel maggio 2005 e, allo stesso tempo, del documento di riferimento (2) sulle metodologie da adottare per la valutazione e selezione delle migliori tecnologie disponibili (BAT) permette di effettuare i primi studi di valutazione e selezione delle migliori tecniche disponibili per quanto riguarda gli impianti di termovalorizzazione in accordo con le linee guida e i riferimenti tecnologici fissati recentemente dall'Ufficio Europeo EIPPCB. Infine l'uscita, nei primi mesi del 2005, dei primi risultati degli studi (3, 4, 5) del programma Clean Air for Europe (CAFE) con la valutazione dei costi ambientali o esterni dei principali inquinanti ripresi nel documento per la valutazione e selezione delle BAT (2) mettono a disposizione nuovi metodi di comparazione delle opzioni tecnologiche basate su un piano semplicemente economico risolvendo, per i casi in cui sono disponibili i costi esterni dell'inquinamento, il difficile problema della valutazione integrata degli aspetti economici e ambientali di una tecnologia.

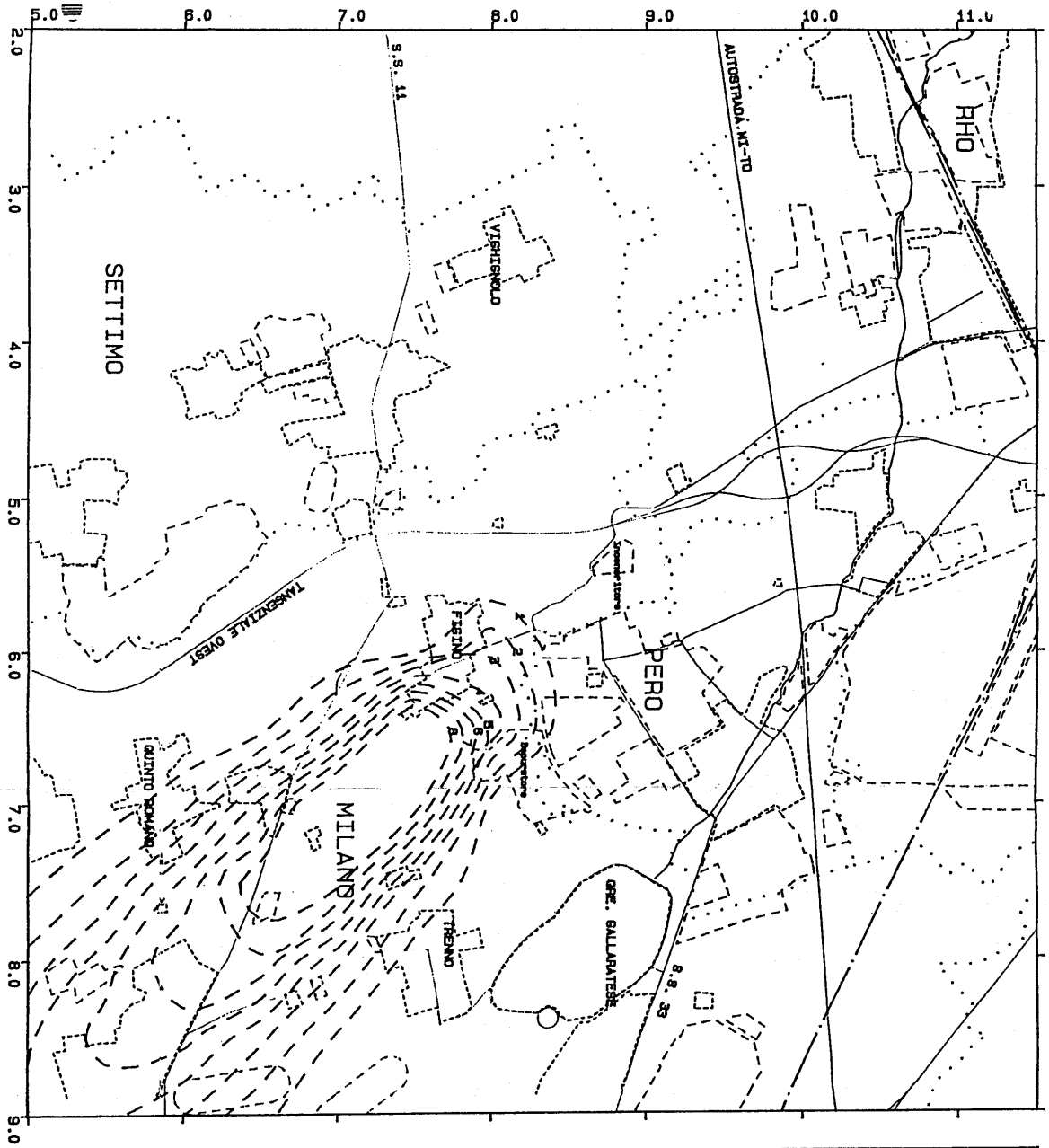
Alla luce di queste novità ci è parso interessante studiare un caso di inceneritore italiano utilizzando le linee guida, le metodologie e le recenti valutazioni dei costi ambientali preso come esempio di possibile applicazione della direttiva IPPC. Si è preso quindi in considerazione il termovalorizzatore milanese Silla 2 dell'AMSA che, con la sua capacità di trattamento pari a 1450 t/giorno di rifiuti urbani (RSU), è uno dei più grandi inceneritori italiani, secondo solo all'inceneritore dell'ASM di Brescia, a cui è molto simile sul piano tecnologico. Recentemente, nel quadro di un aumento della quantità di RSU trattata da un

valore iniziale di 900 t/giorno al valore limite di capacità di trattamento di questo inceneritore, si è discussa la possibilità di introdurre migliori tecnologie disponibili per il trattamento dei fumi e ci è parso interessante valutare i possibili vantaggi economici di questo intervento prendendo in considerazione i costi ambientali degli inquinanti utilizzando le informazioni e i dati disponibili pubblicamente per questo inceneritore. L'obiettivo di questo studio, oltre che costituire un esempio di applicazione della direttiva IPPC per la selezione delle BAT, vuole anche sottolineare l'importanza dei costi esterni dell'inquinamento anche se essi sono sovente difficili da determinare e discutibili nei valori calcolati. Molto spesso nella presentazione di nuovi impianti di incenerimento o loro ingrandimento si fa valere la diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti nei fumi dovuti a migliori tecnologie o regimi ottimali di funzionamento degli impianti trascurando il fatto che i danni ambientali sono legati alla quantità di inquinanti emessi e non alle loro concentrazioni, come giustamente la direttiva IPPC prende in considerazione, quantità di inquinanti che naturalmente spesso aumentano con la quantità di rifiuti trattati anche se la loro concentrazione nei fumi si riduce. Un altro aspetto sollevato per gli inceneritori è il loro effetto inquinante marginale rispetto agli inquinamenti industriali e da traffico, caso tipico per Silla 2 che si trova vicino alla tangenziale di Milano e alla zona di Rho e Pero fortemente industrializzata. Attualmente non esistono studi atti a verificare l'incidenza dell'inceneritore sull'inquinamento della zona, tuttavia nel 1989 è stata fatta un'indagine di valutazione ambientale nella zona nord ovest di Milano (6) durante il funzionamento dell'inceneritore precedente (Silla 1). In questo studio sono state ad esempio determinate le concentrazioni di  $\text{NO}_x$  al suolo in periodo invernale la cui distribuzione è riportata nella Fig. 1. Si può osservare come esista una zona situata a circa 2,5 km a sud est dell'inceneritore in cui la concentrazione di  $\text{NO}_x$  al suolo arrivi fino a  $8 \text{ g/Nm}^3$  contro valori inferiori a  $1 \text{ g/Nm}^3$  nel resto della zona con un aspetto tipico di ricaduta dei fumi dell'inceneritore secondo la direzione dominante del vento. Rispetto a Silla 1 il nuovo inceneritore possiede un camino più alto che contribuisce ad allontanare la zona di ricaduta e a diluire meglio gli inquinanti, tuttavia, essendo la quantità di rifiuti trattata attualmente oltre il doppio di quella trattata da Silla 1, che era dell'ordine di 400 t/giorno, e potrebbe arrivare, a pieno regime, a oltre 3 volte la quantità trattata dall'inceneritore precedente, è molto probabile che, anche tenendo conto di nuove tecnologie di abbattimento, una zona inquinata si formi comunque in modo molto simile a quanto stabilito nel 1989.

## **2. Metodologie e modelli**

La metodologia adottata per lo studio deriva essenzialmente dal documento dell'Ufficio Europeo dell'IPPC (2) e corrisponde a grandi linee a quanto riportato, per le tecnologie di smaltimento, anche in un precedente studio (7), mentre le problematiche dell'applicazione delle procedure di selezione delle migliori tecnologie disponibili consigliate dalla direttiva IPPC sono state discusse in un recente lavoro (8).

Essenzialmente la procedura consiste in una serie di tappe che prendono in considerazione i vari aspetti della valutazione. La prima tappa consiste nell'identificazione delle possibili opzioni tecnologiche da studiare seguita da due percorsi, uno di carattere ambientale in cui per ogni opzione viene fatto un elenco delle emissioni inquinanti e vengono valutati gli impatti ambientali e i loro effetti, l'altro, di carattere economico, procede nella ricerca, per ogni opzione, dei dati di costo, la loro validazione, la definizione dei componenti di costo e il calcolo del costo. Si procede quindi a una valutazione globale delle opzioni alternative che tengono conto sia degli aspetti ambientali che economici della tecnologia. Nel nostro caso specifico i dati di impatti ambientali sono trasformati in un costo esterno che viene aggiunto ai



**CONCENTRAZIONI AL SUOLO DI NOx  
(ug/m3)**

Programma : ISCST (US EPA)  
 Localita' : NORD-OVEST MILANO  
 Sorgenti : INCENERITORE + TERZA LINEA  
 Periodo : MAX. INVERNO (1 ORA)

SCALA 1 : 25000

**LEGENDA**

- Strade
- Ferrovie
- Canal d'acqua
- ..... Confini comunali
- Centri abitati
- Industrie e servizi
- Isoconcentrazioni (ug/m3)

- 1.02
- 2.04
- 3.06
- 4.08
- 5.10
- 6.12
- 7.14
- 8.15

Fig. 1

costi specifici della tecnologia permettendo quindi una comparazione quantitativa delle varie opzioni sulla base dei costi globali.

Per il calcolo degli impatti ambientali ed i costi si è costruito un modello semplificato del termovalorizzatore Silla 2 in grado di calcolare consumo e produzione di materia ed energia inclusa la generazione del flusso di inquinanti. Questo tipo di modello è realizzato semplicemente su foglio elettronico ed è stato usato anche in altri studi precedenti (9, 10, 11, 12) e descritto in dettaglio in una tesi (13). Il modello consiste in una serie di fogli di lavoro collegati. In un primo foglio vengono stabiliti gli scenari in studio e in un secondo foglio i parametri di funzionamento del modello costituiti essenzialmente da coefficienti di relazioni lineari tra la quantità di rifiuto trattato e i vari consumi e produzioni di materia ed energia. La quantità di inquinanti emessi nei fumi è stata considerata proporzionale al volume dei fumi emessi e calcolata sulla base della loro concentrazione nei fumi, tuttavia, uno studio del Politecnico di Milano sull'impianto di Silla 2 (14) ha dimostrato che certi inquinanti come SO<sub>2</sub>, polveri e tutti i microinquinanti organici e inorganici diminuiscono in concentrazione nei fumi con l'aumento delle quantità di RSU trattate. Questo comportamento è stato simulato approssimativamente supponendo una riduzione lineare della concentrazione di questi inquinanti con l'aumentare della quantità di RSU trattata usando i dati dello studio (14). In un terzo foglio di lavoro vengono riportati gli schemi di flusso di materia ed energia per le varie opzioni tecnologiche considerate e fatti i calcoli i cui risultati sono riportati in un quarto foglio. Questi risultati sono poi utilizzati per i vari calcoli economici necessari per le valutazioni. Rimane evidente che il modello rappresenta una simulazione molto approssimata dell'impianto reale che è tuttavia in grado di dare risultati consistenti sulla base del periodo annuale di tempo considerato dalla direttiva IPPC per gli impatti ambientali.

### **3. Le migliori tecnologie disponibili**

Il documento IPPC (1) presenta tutta una serie di possibili tecnologie riguardo gli inceneritori di RSU e che riguardano stoccaggio, pretrattamento dei rifiuti, combustione, recupero energetico, smaltimento di acque reflue e residui solidi, nel nostro caso abbiamo preso in considerazione il trattamento dei fumi. Le tecnologie disponibili in questo caso sono varie e sono spesso combinate anche tra di loro in vario modo. Essenzialmente si possono considerare divise in tre grandi classi che sono il trattamento a secco, il trattamento semisecco e il trattamento a umido. Nel primo caso i fumi sono filtrati e trattati con opportuni reagenti solidi per eliminare polveri e inquinanti che vengono recuperati allo stato solido, nel secondo caso i fumi sono trattati con un lavaggio con una soluzione in cui il solvente liquido evapora durante il trattamento in maniera da recuperare polveri e inquinanti allo stato solido, nel terzo caso infine il lavaggio viene fatto con una opportuna soluzione e le polveri e gli inquinanti si ritrovano in acque residue che devono essere ulteriormente trattate. Accanto a questi tre tipi fondamentali di trattamento si usano in pratica varie combinazioni che includono anche altre apparecchiature come gli elettrofiltri e in particolare i sistemi di abbattimento degli NO<sub>x</sub>. Questi sistemi di abbattimento sono essenzialmente di due tipi: il primo (Processo SNCR) effettua un trattamento con ammoniaca in soluzione o urea sui fumi che si formano nel forno mentre nel secondo (Processo SCR) la reazione con ammoniaca avviene su un catalizzatore con fumi, generalmente puliti con un lavaggio a umido e riscaldati a una temperatura ottimale dell'ordine di 240°C. In ambedue i casi gli NO<sub>x</sub> sono ridotti ad azoto, tuttavia nel processo SNCR l'abbattimento è dell'ordine del 30-35% mentre nel processo SCR può raggiungere il 75-80%.

Sulla base dei risultati ottenuti in pratica la tecnologia che comprende un lavaggio a umido e un abbattimento catalitico degli  $\text{NO}_x$  (Processo SCR) è sicuramente quella che fornisce i migliori risultati in termini di abbattimento di inquinanti. Essa risulta più costosa delle altre sia in termini di investimenti che di costi operativi, tuttavia, i costi unitari di abbattimento si riducono fortemente nel caso di grandi impianti. La situazione delle tecnologie di trattamento fumi di inceneritori di residui urbani in Europa nel 2000/2001 riportata nel documento IPPC (1) mostra come un paese con grandi inceneritori e molta esperienza sul loro funzionamento come la Germania abbia scelto questa tecnologia per la maggior parte dei loro impianti. Infatti su 58 inceneritori censiti il lavaggio a umido era utilizzato dal 51% di essi mentre il trattamento a secco, il meno efficace, era usato da solo il 9%. Tutti gli inceneritori erano muniti di un sistema di abbattimento degli  $\text{NO}_x$  in cui ben il 71% usava il sistema catalitico SCR. Per riscontro nello stesso periodo in Italia su 47 inceneritori censiti ben il 55% usava il trattamento a secco e solo il 6% quello a umido, mentre non era segnalato alcun sistema di abbattimento degli  $\text{NO}_x$ . Attualmente la situazione è migliorata ed alcuni inceneritori italiani, tra cui Silla 2, ha installato dei sistemi di abbattimento degli  $\text{NO}_x$  non catalitici (SNCR), tuttavia è indicativo che i più grandi inceneritori italiani come quello dell'ASM di Brescia e Silla 2 utilizzino un sistema di trattamento dei fumi a secco poco performante.

Per lo studio abbiamo quindi considerato per Silla 2 due scenari tecnologici: il primo, che riprende la situazione attuale, in cui i fumi sono dapprima trattati con urea nel sistema SNCR, quindi in un precipitatore elettrostatico seguito da un trattamento a secco con calce e carbone attivo e infine fatti passare attraverso un filtro a maniche, il secondo scenario comprende invece un lavaggio a umido e un abbattimento catalitico degli  $\text{NO}_x$  in un processo SCR. Questo secondo scenario dovrebbe costituire la migliore tecnologia disponibile (BAT) per il trattamento fumi dell'inceneritore i cui risultati sono comparati in termini di costi globali, includendo cioè anche i costi ambientali, con il sistema attuale.

#### **4. Emissione inquinanti**

Gli inquinanti emessi nei fumi degli inceneritori sono numerosi e vanno da microinquinanti organici come le diossine, microinquinanti inorganici come i metalli pesanti, tra cui il più importante il mercurio, a inquinanti presenti in quantità più importanti come gli ossidi di azoto  $\text{NO}_x$ , l'acido cloridrico HCl, l'ossido di carbonio CO, l'ammoniaca  $\text{NH}_3$ , il biossido di zolfo  $\text{SO}_2$ , le polveri e il mercurio Hg. Noi ci siamo limitati a studiare questi ultimi le cui concentrazioni nei fumi sono misurate in continuo per Silla 2 e i cui dati sono disponibili nel sito Internet dell'AMSA [www.amsa.it](http://www.amsa.it). I valori medi di queste emissioni per il 2004 disponibili nel sito dell'AMSA sono riportati nella Tabella 1 e corrispondono a un trattamento nello stesso anno di 335000 t di RSU accompagnato da una produzione di 279600 MWh di energia elettrica e la cessione di 363000 MWh di energia termica.

**Tabella 1. Valori medi delle concentrazioni di inquinanti nei fumi di Silla 2 per il 2004**

Inquinante	Concentrazione nei fumi in mg/Nm <sup>3</sup>
Acido cloridrico	7,5
Ossido di carbonio	7,5
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	140,5
Ammoniaca	4,7
Biossido di zolfo	2,0
Polveri	0,23
Mercurio	0,0028

Noi abbiamo preso questi dati come riferimento per il calcolo degli impatti ambientali dell'inceneritore per la potenzialità di trattamento autorizzata di 900 t/g pari a 38 t/h di RSU e che corrisponde al funzionamento in continuo di due delle tre linee disponibili a Silla 2 per un totale di 310 giorni l'anno. Con l'aumentare della quantità di RSU trattata, e la messa in funzione della terza linea, alcuni valori di concentrazione migliorano, come lo studio su due campagne fatto dal Politecnico di Milano (14) ha dimostrato. Durante le due campagne sono state studiate due portate medie orarie di incenerimento pari a 53 e 72,7 t/h e si è trovata una riduzione delle concentrazioni nei fumi in particolare per i microinquinanti organici e inorganici. Per gli inquinanti misurati in continuo l'effetto è presente per le polveri e SO<sub>2</sub>. Se si riportano i tre dati medi disponibili di concentrazione di SO<sub>2</sub> in funzione delle tre portate orarie, essi sono molto ben allineati mostrando una dipendenza lineare equivalente a una riduzione di concentrazione di SO<sub>2</sub> di 0,0386 mg/Nm<sup>3</sup> per ogni t/h in più nel campo delle portate orarie tra 38 e 72,7 t di RSU. Nel caso delle polveri questa linearità non è osservata poiché si assiste in effetti a una riduzione di concentrazione ma il valore medio misurato a 53 t/h di RSU risulta più basso di quello misurato a 72,7 t/h. Naturalmente è comunque possibile determinare una tendenza con questi tre valori che risulta in una riduzione della concentrazione delle polveri pari a 0,00173 mg/Nm<sup>3</sup> per ogni t/h in più nel campo delle portate studiate. Per i calcoli con il modello, in mancanza di dati migliori, abbiamo usato quindi questi valori di riduzione per simulare l'effetto della portata oraria sulle concentrazioni osservate dal Politecnico di Milano (14).

Per la stima delle concentrazioni di inquinanti presenti nei fumi dell'inceneritore usando le migliori tecniche disponibili (BAT), e cioè un lavaggio a umido e un sistema catalitico di eliminazione degli ossidi di azoto, abbiamo preso come riferimento i dati presenti nel documento IPPC sull'incenerimento (1) confrontati anche con i dati riportati nel documento IPPC (2) dove, nell'Allegato 15, si presenta un esempio di scelta di BAT per l'eliminazione degli ossidi di azoto in un inceneritore di RSU. Le concentrazioni di riferimento utilizzati per il calcolo degli impatti ambientali dell'opzione BAT sono riportati nella Tabella 2.

**Tabella 2. Valori stimati BAT delle concentrazioni di inquinanti nei fumi di Silla 2**

Inquinante	Concentrazione nei fumi in mg/Nm <sup>3</sup>
Acido cloridrico	1,2
Ossido di carbonio	7,5
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	50
Ammoniaca	3
Biossido di zolfo	0,5
Polveri	0,19
Mercurio	0,0028

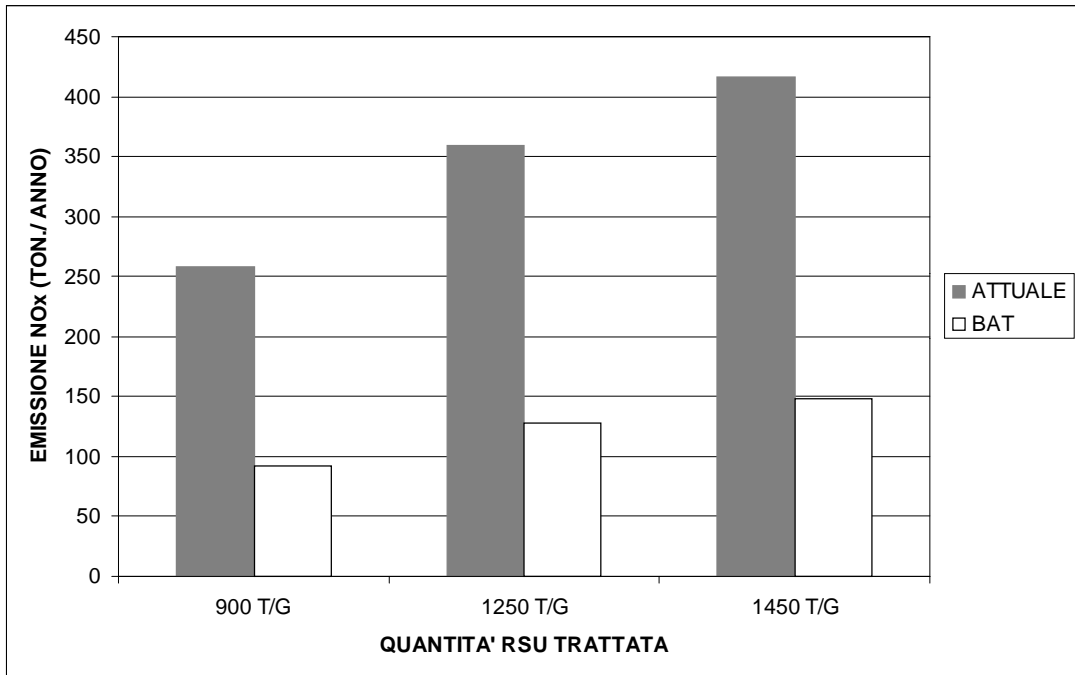
Come si può vedere dalla Tabella 2 l'effetto delle BAT si manifesta soprattutto per gli ossidi di azoto, SO<sub>2</sub> e HCl e in misura minore per le polveri. Per il calcolo degli impatti ambientali non abbiamo ritenuto che queste concentrazioni siano influenzate dalla portata oraria di incenerimento. La portata specifica media dei fumi, misurata nelle due campagne studiate (14), risulta pari a 6587 Nm<sup>3</sup>/t di RSU e non appare sensibilmente influenzata dalla portata oraria di incenerimento.

L'inquinante principale in termini di quantità è rappresentato dagli ossidi di azoto e nella Fig. 2 abbiamo riportato l'impatto ambientale annuale espresso in tonnellate emesse, calcolato con il nostro modello, per tre potenzialità differenti dell'inceneritore rispettivamente di 900 t/g, corrispondente alla potenzialità autorizzata attualmente, 1250 t/g usata per delle prove e di 1450 t/g che rappresenta la potenzialità massima di Silla 2 che dovrebbe essere autorizzata prossimamente. I dati di impatto sono confrontati con quelli stimati nel caso di uso delle BAT. Per gli altri inquinanti gli impatti ambientali espressi in t/a sono riportati nella Fig. 3 per la situazione attuale e per le due potenzialità di trattamento rispettivamente di 900 t/g e 1450 t/g e nella Fig. 4 sono confrontati i valori, per 1450 t/g, nel caso di uso delle BAT. Possiamo osservare dalle Fig. 2 e 4 come l'uso delle BAT, secondo il modello, riduca nettamente l'impatto ambientale degli NO<sub>x</sub>, HCl e in misura inferiore quello di NH<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub> mentre lascia praticamente uguale l'emissione di polveri e CO.

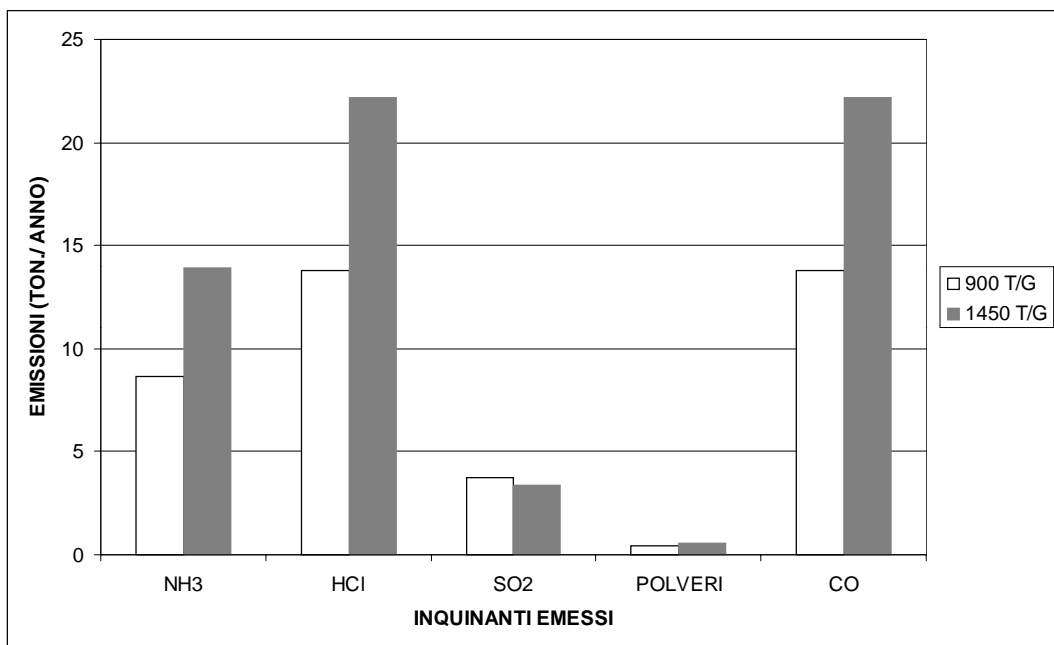
## 5. Costi e investimenti

Informazioni presenti sulla stampa indicano in 193 milioni di Euro l'investimento che si è reso necessario per realizzare il termovalorizzatore Silla 2. L'investimento per realizzare l'impianto di trattamento catalitico degli ossidi di azoto (SCR) risulterebbe, da indicazioni ricevute, dell'ordine di 15 milioni di Euro. Questo valore è molto alto se lo si compara con il valore analogo di investimento citato nell'allegato 15 del documento IPPC (2) che risulta di 1,475 milioni di Euro per un impianto della capacità di 100000 t/a di RSU. L'investimento citato per Silla 2 risulta quindi circa 10 volte superiore per una capacità di trattamento che risulta solo 4,5 volte maggiore. E' possibile comunque che il valore di 15 milioni di Euro tenga conto anche dei costi importanti di inserimento del nuovo impianto in quello già esistente, in ogni caso per i nostri calcoli abbiamo preso in considerazione questo valore come dato di investimento necessario per realizzare le BAT per l'impianto Silla 2.

Riguardo ai costi operativi, non avendo disponibili i costi reali del trattamento fumi attuale di Silla 2, ci siamo riferiti ai costi riportati nell'Allegato 15 del documento IPPC (2) che si riferiscono a trattamenti di riduzione degli ossidi di azoto con il sistema non catalitico (SNCR), che è quello attualmente usato per Silla 2, e il sistema catalitico (SCR). Questa

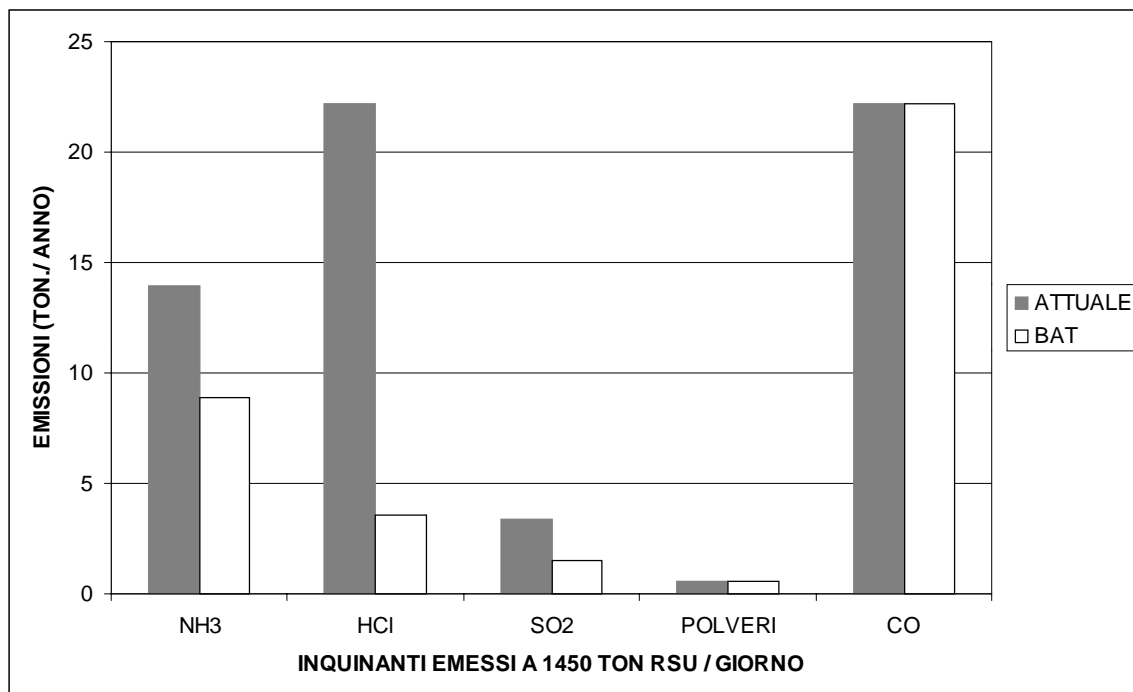


**Fig.2. Impatti ambientali degli NO<sub>x</sub> con l'attuale tecnologia e con le BAT**



**Fig. 3 Impatti ambientali degli inquinanti con l'attuale tecnologia**





**Fig. 4. Impatti ambientali degli inquinanti con le tecnologie attuali e le BAT**

valutazione dei costi è giustificabile dal fatto che i costi operativi unitari (riferiti a una tonnellata di RSU) sono poco influenzati dalla potenzialità dell'impianto e che per lo studio interessa soprattutto la differenza dei due costi che deve poi essere confrontata con il risparmio in costi ambientali che si ha per la riduzione degli inquinanti. Nel documento IPPC (2) si assume che il costo operativo di un impianto SNCR sia di 1,88 Euro/t RSU e di 6,7 Euro/t RSU per l'impianto SCR. La grande differenza riguarda i costi del catalizzatore che deve essere periodicamente sostituito ed energetici necessari per riscaldare i fumi freddi alla temperatura ottimale di circa 140°C dopo il lavaggio a umido necessario per abbattere inquinanti che potrebbero avvelenare il catalizzatore. In effetti il documento IPPC (1) stima a circa 48 KWh/t RSU il consumo energetico per il processo SCR. Tenendo conto che le misure effettuate durante le due campagne dal Politecnico di Milano (14) hanno permesso di determinare una produzione netta media di energia elettrica pari a 771 KWh/t RSU, il nostro modello stima che la perdita di disponibilità di energia elettrica, a causa dell'uso delle BAT, per la potenzialità massima di 1450 t/g per l'impianto di Silla 2 sia dell'ordine di 20677 MWh. In ogni caso noi abbiamo utilizzato la differenza tra i costi operativi indicati nell'allegato 15 del documento IPPC (2), pari a 4,82 Euro/t RSU, come costo operativo addizionale per l'uso delle BAT per Silla 2.

Riguardo all'incidenza dell'investimento sui costi abbiamo adottato per il nostro calcolo, in mancanza di informazioni sulle reali condizioni economiche in cui può essere fatto l'investimento, il metodo adottato nell'Allegato 15 del documento IPPC (2) che tiene conto di un ammortamento dell'impianto di 25 anni e di un tasso di interesse del capitale del 6%. Questo calcolo, sui 15 milioni di Euro di investimento, porta a un valore di 1173401 Euro il costo finanziario annuale dell'introduzione delle BAT.

## 6. Valutazione globale

La valutazione globale dell'uso delle BAT per l'impianto Silla 2 è stata condotta essenzialmente comparando i costi dell'introduzione di queste tecnologie rispetto al risparmio in costi ambientali o esterni causati dalla riduzione degli impatti ambientali. Per effettuare questi calcoli abbiamo utilizzato i costi esterni di alcuni inquinanti gassosi riportati nell'Allegato 12 del documento IPPC (2). L'uso di questa metodologia, quando possibile, semplifica le procedure di valutazione globale poiché riduce il confronto delle BAT a un semplice calcolo di costi senza entrare in merito sugli effetti ambientali dei vari inquinanti come ad esempio sviluppato per gli ossidi di azoto nell'Allegato 15 del documento IPPC (2).

I dati di costo esterno o ambientale degli inquinanti riportati nell'Allegato 12 del documento IPPC (2) sono il risultato degli studi condotti nel quadro del programma europeo Clean Air For Europe (CAFE). I risultati attuali di questi studi sono da considerare preliminari e i valori di costo riportati potrebbero essere soggetti a revisione futura sia verso l'alto che verso il basso ma sono comunque resi pubblici per un loro primo uso. Le metodologie usate per il calcolo sono riportate in dettaglio in tre studi del Programma CAFE (3, 4, 5). Essenzialmente vengono presi in considerazione alcuni importanti inquinanti aerei come le polveri PM<sub>2,5</sub>, la SO<sub>2</sub>, gli NO<sub>x</sub>, l'ammoniaca e i composti organici volatili (VOC). Per ognuno di questi inquinanti vengono presi in considerazione gli impatti diretti, come la conseguente formazione di ozono e di aerosol, e indiretti, come l'effetto serra, e inoltre vengono stimate le conseguenze sulla salute, l'agricoltura, i materiali (degradazione di materiali edilizi, corrosione, ecc.) e sugli ecosistemi in generale. Il calcolo dei costi ambientali, come riportato nell'Allegato 12 del documento IPPC (2), è specifico per ogni paese dell'Unione Europea e si può caratterizzare con due valori, uno di minimo e l'altro di massimo a seconda del modo in cui viene fatto il calcolo. Il valore minimo corrisponde a un calcolo in cui si tiene conto dell'esposizione giornaliera (8 ore) all'ozono a concentrazioni superiori a 35 ppb (SOMO 35) e alle polveri sulla base di valori mediani del cambiamento dell'aspettativa di vita (VOLY) causato dagli inquinanti. Il valore massimo corrisponde invece a un calcolo che tiene conto di qualsiasi esposizione giornaliera all'ozono (SOMO 0) e prende in considerazione i valori medi del cambiamento del numero di morti (VSL) per gli effetti delle polveri e i valori medi del cambiamento dell'aspettativa di vita (VOLY) per gli effetti dell'ozono. Per il nostro studio abbiamo preso in considerazione essenzialmente tre inquinanti che sono sensibilmente abbattuti dall'uso delle BAT e cioè gli ossidi di azoto, l'ammoniaca e la SO<sub>2</sub> mentre non è stato possibile prendere in considerazione l'abbattimento dell'HCl poiché i costi ambientali di questo inquinante non sono disponibili. Non sono state invece prese in considerazione le polveri poiché il cambiamento indotto dall'uso delle BAT è stimato trascurabile.

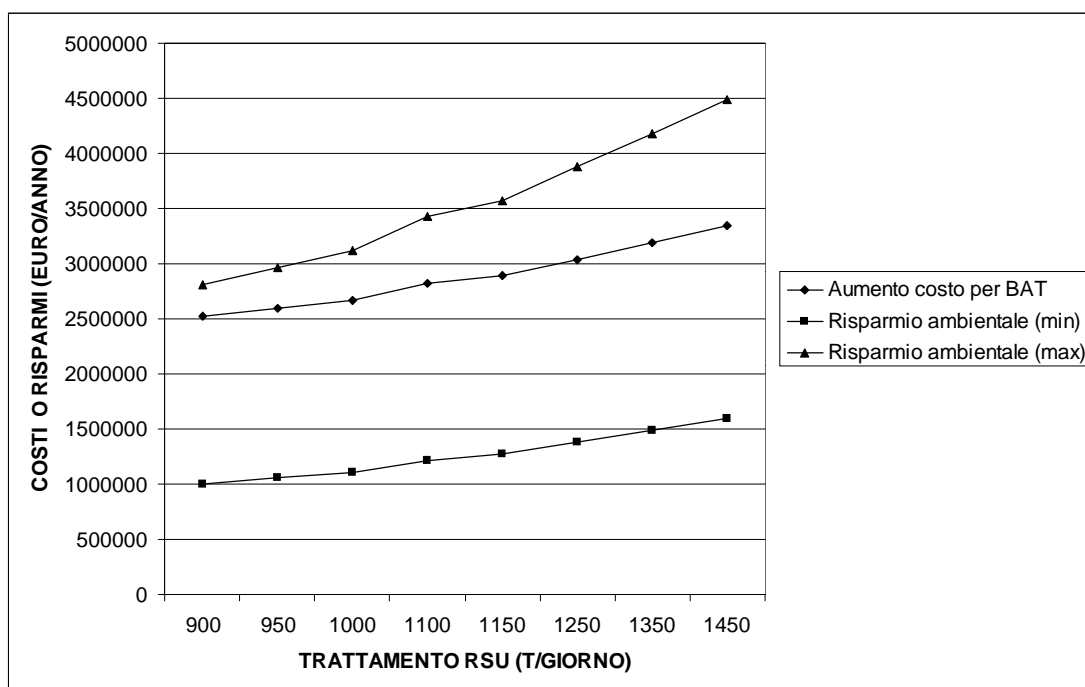
I valori di minimo e massimo del costo ambientale degli inquinanti presi in considerazione per l'Italia ripresi dall'allegato 12 del documento IPPC (2) sono riportati nella Tabella 3.

Tabella 3. Costi ambientali o esterni degli inquinanti aerei per l'Italia

Inquinante	Costo minimo (Euro/t)	Costo massimo (Euro/t)
Ossidi di azoto	5700	16000
Ammoniaca	11000	32000
Anidride solforosa	6100	18000

Utilizzando questi dati e i valori di impatto ambientale per NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> e SO<sub>2</sub> attuali e stimati con l'uso delle BAT è possibile calcolare l'evoluzione del risparmio in costi ambientali

minimi e massimi in funzione della potenzialità dell'impianto e confrontarli con l'evoluzione dell'incremento dei costi totali (operativi e di capitale) corrispondente. Le curve ottenute sono riportate nella Fig. 5. Possiamo osservare che l'incremento di costi causati dall'uso delle BAT si trova all'interno della forchetta dei risparmi in costi ambientali stimati. Pur tenendo conto delle incertezze ancora esistenti sui valori dei costi ambientali ma prendendo in considerazione il fatto che in questo confronto non si è potuto calcolare i risparmi in costi ambientali dovuti all'abbattimento dell'acido cloridrico, possiamo concludere che i risparmi possibili in costi ambientali sono dello stesso ordine di grandezza se non addirittura superiori all'aumento dei costi dovuto all'introduzione delle BAT. Ne consegue che l'introduzione e uso delle BAT per l'impianto di Silla 2 risulta pienamente giustificato sia dal punto di vista economico che ambientale.



**Fig. 5. Confronto risparmi ambientali con aumento costo per l'uso delle BAT**

## 7. Conclusioni

Concludendo questo studio, al di là del suo interesse metodologico, non si può evitare di fare alcune considerazioni sui suoi limiti. Anzitutto il modello di simulazione dell'impianto Silla 2 nelle condizioni attuali e in presenza delle BAT è necessariamente molto semplificato e i dati disponibili limitati e incerti, in particolare per quanto riguarda i dati economici. I risultati quantitativi ottenuti devono quindi essere considerati come puramente indicativi. D'altra parte l'uso dei costi ambientali o esterni preliminari ottenuti da studi che comportano valutazioni molto complesse, e quindi soggette a critiche e incertezze, rende sicuramente ardua l'opera di trarre giudizi definitivi sulle valutazioni fatte. Tuttavia ci sembra difficile negare che i costi ambientali degli inquinanti non esistano o affermare che siano trascurabili anche se il loro valore preciso è difficilmente valutabile. Da questo punto di vista i risultati dello studio indicano che è molto probabile che essi siano almeno dello stesso ordine di grandezza se non

superiori ai costi aggiuntivi di trattamento con le migliori tecnologie disponibili. Occorre infine notare che l'AMSA, conscia dei problemi di inquinamento, in particolare degli ossidi di azoto, ha recentemente stilato un accordo con i comuni vicini all'impianto Silla 2 per l'installazione di un trattamento catalitico (SCR) per l'eliminazione degli NO<sub>x</sub> nel quadro di un'autorizzazione per l'aumento della potenzialità utilizzabile del forno fino a 1450 t/g. Questo nuovo impianto di trattamento secondo le migliori tecniche disponibili dovrebbe diventare operativo nell'ottobre 2007.

### **Ringraziamenti**

L'autore ringrazia il Sig. Siro Palestra e l'Ing. Luigi Ciampitti del Comitato di Quartiere di Figino per le informazioni ricevute e le discussioni avute riguardo l'impianto Silla 2.

### **Bibliografia**

- [1] European Commission "Draft Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration" Final Draft May 2005, disponibile nel sito <http://eippcb.jrc.es>
- [2] European Commission "Reference Document on Economics and Cross-Media Effects" May 2005, disponibile nel sito <http://eippcb.jrc.es>
- [3] AEA Technology Environment "Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Vol. 1: Overview of Methodology" February 2005, disponibile nel sito <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cale/activities>
- [4] AEA Technology Environment "Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Vol. 2: Health Impact Assessment" February 2005, disponibile nel sito <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cale/activities>
- [5] AEA Technology Environment "Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Vol. 3: Uncertainty in the CAFE CBA: Methods and First Analysis" May 2005, disponibile nel sito <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cale/activities>
- [6] Comune di Milano "Valutazione ambientale d'area del settore nord ovest di Milano e aree limitrofe", Relazione Tecnica, Cooperativa Ecologica S.r.l. Novembre 1989
- [7] A. Bonomi "La Scelta di Tecnologie di Smaltimento dei Rifiuti Urbani" L'Ambiente, Settembre - Ottobre 2003 pp. 8-12
- [8] A. Bonomi "La Gestione delle Tecnologie Ambientali" L'Ambiente, Settembre - Ottobre 2004, pp. 28-34
- [9] A. Bonomi "Strategie di Raccolta e Smaltimento dei Rifiuti Urbani" Atti dei Seminari di RICICLA 2000, Rimini 8-11 Novembre 2000, pp. 439-450
- [10] A. Bonomi "Selezione di Tecnologie Appropriate per lo Smaltimento dei Rifiuti Urbani" Atti dei Seminari di RICICLA 2001, Rimini 26-29 Settembre 2001, pp. 447-460
- [11] A. Bonomi "Possibili Scenari Energetici per lo Smaltimento dei Rifiuti Urbani" Atti dei Seminari di RICICLA 2002, Rimini 6-9 Novembre 2002, pp. 716-724
- [12] A. Bonomi "Valutazione comparativa delle tecnologie di termovalorizzazione dei rifiuti urbani attraverso l'incenerimento diretto o dopo trasformazione in CDR" IV Convegno Nazionale "Utilizzazione termica dei rifiuti" Abano Terme 12-14 Giugno 2003, Relazioni Tecniche, pp. 369-378
- [13] M. Bonomi "Le tecnologie di smaltimento del rifiuto solido urbano nell'era della raccolta differenziata" Tesi di laurea, Università del Piemonte Orientale, Facoltà di Economia, Novara, Anno Accademico 1999/2000
- [14] Politecnico di Milano "Valutazione delle emissioni e del regime di funzionamento dell'impianto Silla-2 di AMSA SpA" Relazione N° 587.4002.11.91, 22 Novembre 2004