

Un'alternativa all'incenerimento

LA BIO-OSSIDAZIONE DEI MATERIALI POST-CONSUMO

di **Federico Valerio**
Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro
Servizio Chimica Ambientale

Nel nostro bidone dei rifiuti, l'unico scarto che può creare problemi per la salute e l'igiene pubblica è quello definito come frazione putrescibile. Lasciata a sé, questa frazione, costituita prevalentemente dagli scarti dei nostri cibi, può sviluppare cattivi odori, attrarre mosche ed animali (ratti, gabbiani, cani randagi...) e quindi diventare una potenziale fonte di rischio.

Sia gli scarti di cibo, che gli altri materiali che gettiamo nei cassonetti (giornali, cartoni, vestiti, imballaggi in vetro, metallo, plastica, ecc.), possono diventare pericolosi se sono smaltiti nel modo sbagliato. L'incenerimento è uno di questi modi sbagliati.

Da tempi remoti il fuoco è stato considerato, giustamente, un elemento purificatore e la scelta, durante le tante epidemie che hanno tormentato l'umanità, di bruciare abiti infetti o i cadaveri di appestati ha certamente limitato e circoscritto i danni di questi eventi tragici.

Ma se oggi, dopo la scoperta degli antibiotici, nessuno pensa più di cauterizzare con ferri roventi una ferita infetta, forse occorre chiedersi se non esistano altre possibilità d'inertizzare i nostri scarti putrescibili, senza le controindicazioni del fuoco (i fumi tossici che inevitabilmente si producono con la combustione).

Ovviamente, questa soluzione esiste ed è stata inventata fin dagli albori della vita su questo Pianeta: la **bio-ossidazione**.

Dal punto di vista chimico si tratta di far reagire il carbonio e l'idrogeno presenti negli organismi viventi (piante ed animali) con l'ossigeno dell'aria. Questa reazione produce anidride carbonica ed acqua e libera energia termica (calore) che gli esseri viventi utilizzano per le loro funzioni. Si tratta dello stesso tipo di reazione (ossidazione) che avviene con il fuoco, ma con l'importante differenza che gli esseri viventi hanno imparato ad ossidare a bassa temperatura.

Mentre noi umani, nelle nostre cellule,

ossidiamo i cibi di cui ci nutriamo a soli 37 gradi centigradi, per realizzare la stessa ossidazione con il fuoco, in un inceneritore, la temperatura da raggiungere deve essere di diverse centinaia di gradi (700-800°C). A queste alte temperature è inevitabile che avvengano reazioni incontrollate tra i diversi componenti della miscela sottoposta ad incenerimento, con la formazione di composti indesiderati, in quanto tossici: ossidi di carbonio ed azoto, anidride solforosa, acido cloridrico e fluoridrico, polveri, idrocarburi policiclici aromatici, diossine.

Questi composti non si formano, in nessun caso, nella bio-ossidazione in quanto, a causa delle basse temperature a cui questa reazione avviene, non sussistono le necessarie condizioni chimico fisiche per la loro sintesi.

Esempi di bio-ossidazione: il compostaggio

È esperienza comune verificare come, nei boschi, gli spessi strati di foglie che si formano in autunno, nella primavera successiva sembrano scomparsi. Al loro posto si trova un terriccio scuro, dal tipico profumo di sottobosco (di funghi!), ricco di una complessa miscela di composti organici, a cui si dà il nome di "humus".

La trasformazione da foglia "putrescibile" ad *humus* avviene proprio grazie alla bio-ossidazione effettuata da miriadi di micro-organismi (funghi e batteri) che si sono nutriti delle sostanze organiche presenti nelle foglie morte.

Con il compostaggio l'uomo, fin da epoche remote, ha imparato ad utilizzare gli stessi micro-organismi per bio-ossidare i suoi scarti putrescibili: stallatico, scarti di cibo e dell'orto, potature di alberi, sfalci d'erba. Fin da epoche remote, l'uomo ha imparato che il compost, così prodotto, è un ottimo ammendante del terreno, nella produzione agricola.

I trucchi per produrre compost senza complicazioni sono semplici: un'equilibrata miscela degli scarti, una giusta

umidità, tanta aria per i batteri.

Utilizzando esattamente gli stessi trucchi, la bio-ossidazione degli scarti putrescibili si può realizzare in una piccola compostiera da poggiatesta (quantità trattata annualmente: 60 Kg) o in un grande impianto di compostaggio industriale (70.000 tonn/anno). Nel primo caso, con ventilazione naturale ed occasionali rimescolamenti, ci vogliono circa due mesi di trattamento. Nel secondo caso, all'interno di celle di compostaggio chiuse e termicamente isolate, con aria forzata ed in condizioni di umidità e temperatura controllate, il processo di compostaggio e di bio-ossidazione richiede circa venti giorni.

Inoltre, il calore sviluppato dai batteri durante la bio-ossidazione degli scarti, riscalda la massa in fase di compostaggio a temperature fino a 60-70°C. Si tratta di un vero e proprio recupero energetico della frazione putrescibile, con uno sviluppo di calore simile a quello ottenibile dalla combustione della stessa quantità di materiale putrescibile (bio-ossidabile), ma con un inquinamento atmosferico nettamente inferiore.

A queste temperature non sopravvivono eventuali batteri patogeni, larve di mosche, semi di piante infestanti e quindi si realizza una vera e propria sanificazione del compost prodotto che rende sicuro il suo successivo uso agricolo.

La Bio-ossidazione dei Materiali Post-Consumo (MPC) indifferenziati

Circa 15 anni or sono, ci si rese conto che la bio-ossidazione poteva essere una valida alternativa per rendere inerti e stabili i materiali post-consumo che non si era riuscito a raccogliere in modo differenziato.

In questo caso, l'obiettivo non poteva essere quello di produrre compost per uso agricolo a causa dell'inevitabile contaminazione di vetro, plastica, metalli ma quello di eliminare la frazione



Impianto di biostabilizzazione a secco di Fusina (VE) con tecnologia Herhof-Ladurner. Tratta 197.000 tonn/annue di materiali provenienti dalla frazione secca ed organica con 2 impianti da 25 biocelle compressive e 2 sofisticati impianti per il trattamento dell'aria (LARA)

putrescibile e sfruttare al massimo il calore prodotto con la bio-ossidazione di questa frazione per ridurre drasticamente l'umidità dei MPC.

Si sono pertanto brevettati diversi metodi di bio-essiccazione (bio-ossidazione) che sfruttano principi simili: reattori a celle chiuse (volumi da 60 a 300 m³) in cui è immessa aria in pressione; impianti modulari con celle in parallelo, in numero idonee per trattare le quantità necessarie di materiali post consumo (da 5 a 22); fase finale di trattamento ad alta temperatura (80°C) per ottenere la massima essiccazione, riciclaggio degli eluati e dell'aria; massima automatizzazione.

Il materiale biostabilizzato, nella maggior parte dei casi, è ulteriormente trattato per produrre il cosiddetto Combustibile da Rifiuto (CDR). Di solito, a questo scopo, con sistemi magnetici si recuperano i metalli (acciaio, alluminio) e con sistemi meccanici si separano gli scarti inerti pesanti (pietre, vetro, ceramica). Dopo questi trattamenti si ha una perdita di massa complessiva che si aggira sul 40-50%, rispetto alla massa originaria. A questa perdita contribuisce la riduzione dell'umidità, che passa dal 35-40% a valori inferiori al 15%, la bio-ossidazione della frazione putrescibile (5-10%) con liberazione di anidride carbonica ed acqua, l'eliminazione dei componenti inerti.

Il bio-essiccato ha un ottimo potere calorifico (16.000-18.000 kJ/kg) confrontabile con quello di un buon combustibile fossile. Per questo motivo, in particolare in Italia, la bio-essiccazione è adottata per la produzione di combustibile derivante da rifiuto (CDR).

Tuttavia esistono difficoltà ad immettere sul mercato questo tipo di combustibile, più per motivi tecnici e normativi che di intrinseca incompatibilità ambientale.

Infatti il bio-essiccato, rispetto al carbon fossile, ha un minore contenuto di zolfo e anche la concentrazione di metalli tossici nel bio-essiccato è, in generale, inferiore a quello presente nel carbon fossile, ad eccezione del piombo. Queste caratteristiche suggeriscono vantaggi ambientali nel caso in cui il bio-essiccato possa essere utilizzato in parziale sostituzione del carbone in impianti termici già esistenti.

A riguardo, presso la centrale termoelettrica di Fusina (VE) sono in corso sperimentazioni per studiare come si modifica la composizione dei fumi, sostituendo parte del carbone con CDR contenente bio-essiccato prodotto nel locale centro integrato per il trattamento dei rifiuti.

Tuttavia, esistono già esperienze di chiusura del ciclo dei MPC, immediatamente a valle della bio-ossidazione, con compressione e stoccaggio dei MPC resi stabili ed inerti con la bio-ossidazione.

I paragrafi successivi forniscono dati ed informazione su questa possibilità che, nei fatti, rende inutile l'incenerimento.

La Bio-ossidazione e il rispetto degli accordi di Kyoto sulla riduzione delle emissioni di gas serra

Uno studio (Luglio 2001), commissionato dalla UE alla AEA (Agenzia Europea per l'Ambiente) Technology-Environment, ed intitolato: "Waste Management Option and Climate Change" ha messo

a confronto diverse opzioni nel trattamento dei MPC per valutare quello che comporta minori emissioni di gas serra, in particolare:

- *Discarica MPC non trattati*
- *Incenerimento di massa con recupero di elettricità e/o calore*
- *Trattamento meccanico biologico (bio-ossidazione)*
- *Compostaggio*
- *Digestione anaerobica*
- *Riciclaggio*

Lo studio ha dimostrato che la raccolta differenziata dei MPC, seguita dal riciclaggio di carta, metalli e plastica e compostaggio o digestione anaerobica della frazione putrescibile, produce il più basso flusso di gas serra, rispetto alle altre opzioni per il trattamento dei MPC tal quale.

Sulla frazione residuale non sottoposta a raccolta differenziata, il sistema di trattamento che precede la messa a discarica e che produce il minimo flusso di gas serra (-340 kg CO₂ eq/ton MPC) è proprio il **trattamento meccanico biologico (TMB) con recupero dei metalli e messa a discarica degli inerti e del compost stabilizzato**.

L'efficienza della filiera "TMB discarica del bio-essiccato", al fine del contenimento delle emissioni di gas serra, migliora se nella discarica si adottano le migliori tecniche per il controllo della produzione di *biogas*. Nel caso specifico, il bio-essiccato può essere compattato con le normali presse usate per i MPC, con il raggiungimento di densità molto alte (1,5 ton/m³). In questo modo si ottengono conduttività idrauliche molto basse (da 1 x 10⁻¹⁰ a 5 x 10⁻⁹ m/s). Per la conseguente bassa





Balle di bio-essiccato

infiltrazione di acqua nel bio-essiccato compattato, si minimizza la produzione di lisciviato e la quantità totale di azoto e carbonio presente in questo lisciviato, in base a dati sperimentali, si riduce rispettivamente del 95% e dell'80-90%, rispetto alle quantità di questi due elementi che si trova nel lisciviato di discariche tradizionali.

Inoltre, l'emissione di *biogas* da una discarica di bio-essiccato si riduce del 90%, rispetto ai rifiuti non trattati. Se il bio-essiccato compattato è ricoperto con un primo strato di drenaggio permeabile (gli inerti recuperati con la bio-essiccazione) e con uno strato di bio-essiccato e/o compost grigio non compattato, di circa 0,8 metri di spessore, l'eventuale metano che si libera dagli strati compatti potrà essere ossidato biologicamente durante l'attraversamento dello strato superficiale che agisce da bio-filtro.

Misure sperimentali hanno verificato che nel materiale compattato si sviluppano condizioni di anaerobiosi (attività microbica in assenza di ossigeno che degrada i composti organici a metano), ma la ridotta attività microbica nel materiale essiccato garantisce una bassa produzione di *biogas*. Complessivamente, il trattamento descritto rende stabile la discarica grazie alla ridotta attività biologica dei materiali stoccati, evita la necessità di raccogliere il *biogas* formato, riduce in modo significativo le emissioni di gas serra e riduce a valori minimi il lisciviato da trattare.

È da sottolineare il fatto che la riduzione complessiva di massa che si ottiene con la bio-essiccazione (-50%) non è molto diversa da quella che si ottiene con l'incenerimento dei rifiuti indifferenziati (-70%) e che la densità del bio-essiccato pressato (1,5 tonnellate per metro cubo) può essere

anche maggiore di quella delle ceneri prodotte da un termovalorizzatore (da 0,90 a 1,2 tonnellate per metro cubo). Pertanto, a parità di peso, **il bio-essiccato compresso può occupare un volume inferiore a quello delle ceneri**. Il minor volume del bio-essiccato compresso, rispetto alle ceneri prodotte da un termovalorizzatore, può essere anche maggiore del 39%.

Misure di diossine nell'aria immessa ed emessa da un bio-ossidatore

L'Istituto Mario Negri di Milano, nel Novembre del 2002, ha effettuato una serie di misure di diossine nell'aria in ingresso ed in emissione da un impianto per la produzione di CDR, secondo la tecnica della bio-essiccazione.

Questa indagine è stata commissionata dai gestori dell'impianto di bio-essiccazione per verificare se fosse vero che anche gli impianti di bio-essiccazione sono una fonte di contaminazione da diossine, affermazione fatta dall'Università di Trento nella relazione d'impatto ambientale dell'inceneritore da loro progettato per la Provincia di Trento. Le misure hanno riguardato l'aria esterna, l'aria in ingresso nei biofiltri proveniente dall'impianto di bio-essiccazione, l'aria in uscita dai biofiltri e l'aria in uscita dal reparto per la preparazione del CDR a partire dal prodotto bio-essiccato. In sintesi, i risultati sono riportati nella tabella seguente:

Linea aria	TCDD equivalenti (pg/Nmc)
Aria ambiente (a 100 metri dagli impianti)	0,181
Aria a monte Biofiltro	0,129
Aria in uscita dal Biofiltro	0,033
Aria in uscita dal trattamento CDR	0,015

Concentrazioni di Tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD) equivalenti nella linea aria di un impianto di bio-essiccazione

Come risulta dalla tabella, la concentrazione di diossine "naturalmente" presenti nell'aria utilizzata dall'impianto di bio-essiccazione, si riduce progressivamente, in particolare dopo l'uscita dal bio-filtro.

Questo risultato è stato confermato da ulteriori misure ripetute a distanza di alcuni mesi, ma non è inaspettato. Infatti, le condizioni operative della bio-essiccazione non permettono in assoluto la sintesi *ex-novo* di diossine e furani. Invece, diossine e furani sono presenti, come contaminanti, già nei MPC. Dati di letteratura (Abad, 2002) riportano concentrazioni di diossine nei rifiuti urbani in quantità estremamente variabile, a seconda del livello di contaminazione dei rifiuti stessi: da 64 ng I-TEQ/Kg a 2,2 ng I-TEQ/Kg.

I risultati del Mario Negri smentiscono l'ipotesi che nella bio-essiccazione l'insufflazione d'aria possa volatilizzare le diossine presenti nei rifiuti e contaminare l'aria stessa a concentrazioni superiori a quella prodotta dall'incenerimento di una pari quantità di MPC.

Questa ipotesi ignora il fatto che le diossine sono intrinsecamente poco volatili e che, in presenza di matrici di natura organica e di particellato fine, come nel caso dei bio-essiccatori, si adsorbono a questi substrati e, grazie a questo tipo di interazione, la loro volatilità si riduce ulteriormente.

L'effetto di abbattimento di diossine e furani a valle dei biofiltri, oltre ad una spiegazione di natura chimico-fisica (adsorbimento da parte del bio-filtro) potrebbe essere attribuita ad una vera e propria biodegradazione che ceppi di microorganismi sviluppati sui biofiltri possono esercitare sui composti organici clorurati. Questa ipotesi deve essere confermata, ma in base a risultati sperimentali già disponibili, essa è plausibile, in quanto in terreni contaminati da diossine sono stati selezionati ceppi di micro-organismi capaci di degradare le diossine.

Superfici occupate dagli impianti di bio-ossidazione

Tra le tante critiche che si sono sollevate per evitare che la bio-ossidazione possa sostituire la termovalorizzazione c'è quella che, per trattare con la bio-ossidazione i MPC, sarebbero necessarie superfici ben maggiori rispetto a quelle necessarie per un inceneritore.

Questa critica non tiene conto del fatto

che la termovalorizzazione, per essere economicamente sostenibile, deve avvenire necessariamente in grandi impianti con elevata occupazione di superfici, tanto è vero che il termovalorizzatore viene solitamente proposto per servire un'intera provincia.

Invece la bio-ossidazione non ha questo limite, anzi il suo vantaggio è proprio la modularità e la flessibilità che permette l'adattamento di questi impianti alle esigenze del territorio. Ad esempio, un impianto di bio-ossidazione di scarti di cucina e di giardino per la produzione di compost di qualità, in grado di trattare la quantità di MPC putrescibile prodotta da 65.000 abitanti (6.500 tonn/anno) richiede solo 5 celle di bio-ossidazione ed una superficie complessiva (comprese le aree di stoccaggio) di 2.300 m², ossia quella occupata da un quadrato di 50 metri di lato!

Non molto diversa la superficie occupata da un impianto di bio-ossidazione per il trattamento di 60.000 tonn/anno di MPC indifferenziato. Occorrono 2.500 m² per la bio-ossidazione vera e propria ed altri 600 m² per gli impianti di selezione e recupero dei metalli e degli inerti. Complessivamente, 3.100 m² (un quadrato di 55 metri di lato) a cui, in presenza di zone abitate,

è opportuno aggiungere un'area di rispetto di ulteriori 5.500 m². In questo caso, gli 8.600 m² complessivamente necessari, corrispondono alla superficie occupata da un quadrato di 92 metri di lato, con una fascia di rispetto tutt'intorno, profonda circa 40 metri.

Dal punto di vista applicativo si riporta brevemente il caso della *provincia di Genova*. Sul territorio esistono dieci siti (di cui tre nell'ambito del Comune di Genova) che, più di altri, potrebbero ospitare impianti di bio-ossidazione della taglia descritta: cinque corrispondono a discariche operative, tre sono presso cave in parte dismesse, due sono in zone industriali dismesse. Altri tre siti, anch'essi idonei ad ospitare bio-ossidatori, in base alle superfici disponibili, sono stati individuati all'interno dell'ambito genovese.

Il *Piano provinciale* prevede, per l'intera provincia di Genova, la termovalorizzazione di 300.000 tonn. di rifiuti (quello che resta dopo una raccolta differenziata ferma al 35% e senza nessuna politica di riduzione alla fonte). Per far fronte a questo carico bastano cinque impianti di bio-ossidazione, ciascuno della taglia di 60.000 tonn/anno. Parallelamente è stato promosso dalle associazioni ambientaliste un Piano alternativo che prevede la riduzione a

monte del 15% dei MPC, (anche grazie al compostaggio domestico effettuato da almeno 40.000 famiglie) e il riciclaggio minimo pari al 50%: con queste ipotesi il quantitativo di MPC da bio-ossidare sarebbero molto meno, circa 200.000 tonn/anno.

In questo caso, quattro impianti di bio-essiccazione da 60.000 tonn/anno sarebbero più che sufficienti per chiudere il ciclo dei MPC prodotti dall'intera provincia, **senza nessun termovalorizzatore** e, probabilmente, **con minore necessità di volumi di discarica**, rispetto al Piano provinciale. Per concludere, non dobbiamo dimenticare che il piano ambientalista farebbe **risparmiare** ai polmoni dei genovesi **una tonnellata circa di inquinanti tradizionali** (polveri sottili, ossidi di azoto, anidride solforosa, acidi vari, metalli, ecc.) che ogni giorno il termovalorizzatore immetterebbe legalmente in atmosfera. Basilico, olio, olive, pinoli, parmigiano, pesto alla genovese, bianchetti, acciughe, insomma la tipica ed apprezzata cucina ligure, sarebbe risparmiata dai circa 500 milioni di picogrammi di diossine che il termovalorizzatore ci regalerebbe ogni giorno, ovviamente nel pieno rispetto delle norme vigenti.

TECNOLOGIA HERHOF-LADURNER PER LA PRODUZIONE DI CDR: LA QUALITÀ È IL NOSTRO OBIETTIVO

Grazie al processo di biostabilizzazione e alla successiva separazione meccanica i rifiuti trattati sono trasformati in un combustibile alternativo di alta qualità: 18.000 KJ/Kg di potere calorifico e grande flessibilità per le necessità più diverse.

Impianto di produzione CDR di qualità
di Fusina con tecnologia Herhof-Ladurner



Il cuore del nostro sistema: celle di biostabilizzazione a controllo automatizzato



La selezione meccanica dei materiali, separazione dei metalli e degli inerti dal CDR per garantire la qualità del prodotto finale



Il prodotto finale: un combustibile omogeneo, ad elevato contenuto energetico facilmente confezionabile in forma sciolta, pressata in pellets, compressa in balle



Zona Industriale 11 • 39011 Lana (BZ)
tel. 0473-567888 • fax. 0473-567825 • www.ladurner.it • info@ladurner.it





Via della Geologia 31, 30186 Fusina (VE) • tel. 041-5477290 • fax. 041-5477200
www.ecoprogettovenetia.it • segreteria@ecoprogettovenetia.it