

Il biochar come strumento per la gestione delle acque reflue

Articolo di Guardigli Veronica

Il biochar

Il biochar si identifica come un prodotto carbonifero stabile prodotto per pirolisi o per gassificazione di materia organica. Parliamo quindi di un sottoprodotto.

Non abbiamo un unico tipo di biochar, le sue proprietà sono infatti determinate dalla natura della materia prima e dalla durata e dalle temperature del processo di produzione. La differenziazione può portare a prodotti con un'ampia gamma di valori di pH, superficie specifica, volume dei pori, materia volatile, contenuto di ceneri e carbonio.

Il biochar prodotto da rifiuti animali e materie prime per rifiuti solidi presenta superfici inferiori, contenuto di carbonio e contenuto di solidi volatili elevato rispetto al biochar prodotto da residui colturali e biomassa legnosa, anche a temperature di pirolisi più elevate. La ragione di questa differenza è la notevole variazione nel contenuto di lignina e cellulosa, nonché nel contenuto di umidità della biomassa.

Biochar come materiale adsorbente

Il biochar, oltre che essere caratterizzato da un basso costo, presenta anche un'ampia superficie specifica e una forte capacità di adsorbimento. L'efficacia che si è in particolar modo considerata è nei confronti di contaminanti organici e metalli pesanti.

- Contaminanti organici

Si parla in questo caso di meccanismi di assorbimento lineare non competitivo, assorbimento non lineare competitivo (fenomeni che riguardano l'assorbimento del composto sull'intera massa in oggetto) e adsorbimento (che riguarda invece l'assorbimento del composto sulla superficie).

I processi di adsorbimento sono in particolare favoriti in biochar non completamente carbonizzati ottenuti a basse temperature di pirolisi. All'aumentare di quest'ultima infatti cresce e la quantità di materia organica carbonizzata, rendendo il processo di assorbimento dominato dal processo dell'adsorbimento. Si arriva infine alla condizione di saturazione dove ho unicamente il meccanismo di assorbimento lineare non competitivo.

I contaminanti organici non polari (come IPA, organofosfati, pesticidi a base di composti organoclorurati, diossine e furani), vengono adsorbiti nelle regioni superficiali interne del Biochar. Il meccanismo si basa sulle interazioni π - π , tra gli elettroni π della materia organica carbonizzata del Biochar e gli anelli aromatici di questi contaminanti organici idrofobici. L'assorbimento dei contaminanti organici polari (nitrobenzeni, erbicidi a base di uracili, prodotti farmaceutici) invece avviene sulla superficie esterna ed è favorita dalla presenza di gruppi funzionali polari.

- Metalli pesanti

Il biochar è considerato ottimo per la cattura dei metalli pesanti in quanto particolarmente ricco sulla sua superficie di gruppi funzionali come fenoli, gruppi idrossilici e carbossilici ma anche per le dimensioni dell'area e la sua struttura porosa. Le capacità di adsorbimento andavano via via crescendo man mano che

aumentava il numero di gruppi funzionali acidi. Si trattava in particolare di metalli pesanti quali Piombo, Zinco e Rame.

Nel caso del Pb^{2+} i risultati sono stati molto promettenti, inquanto la rimozione del suddetto si è rivelata superiore rispetto al tradizionale uso di carboni attivi. Alti valori di idrogeno, elevato numero di gruppi funzionali, pH elevati, carica superficiale negativa e elevata stabilità sono le caratteristiche del biochar che lo rendono adatto alla 'cattura' di questo contaminante.

Per Cu^{2+} e Zn^{2+} hanno avuto effetti molto positivi meccanismi come precipitazione ionica e reazioni di scambio.

Applicazioni del biochar nel trattamento delle acque reflue

- Come strumento di supporto durante la digestione anaerobica

L'applicazione di biochar è stata scelta come alternativa a zeoliti e carboni inquanto il residuo rimanente nel digestato dopo la digestione anaerobica può essere utilizzato come ammendante nei suoli senza provocare alcun rischio all'ambiente.

L'utilizzo del biochar come superficie per la crescita microbica risulta essere particolarmente idoneo, e questo lo rende adatto a questa applicazione. Non solo infatti consente lo sviluppo di una grande biomassa batterica che può essere mantenuta all'interno dei reattori per un tempo di funzionamento molto lungo, ma facilita il trasferimento di elettroni interspecie riducendo le distanze tra batteri sintrofici e metanogeni. Queste caratteristiche permettono di ridurre i tempi di avvio del processo per assicurare una maggior stabilità e una maggiore tolleranza nei confronti di carichi ingenti. Si è osservato inoltre come il biochar abbia promosso la formazione di biofilm metanogenico, la degradazione degli acidi volatili grassi e la produzione di CH_4 .

Si è posta particolare attenzione in questo campo sul comportamento del materiale in caso di presenza di inibitori come NH_4^+ , che si caratterizza come una delle problematiche principali della digestione anaerobica. I risultati hanno dimostrato dapprima che il biochar può adsorbire NH_4^+ e rimanere stabile in aria a temperatura ambiente ed in un secondo momento un possibile potenziale mitigatorio (secondo gli studi fino ad una soluzione contenente 7 g/L di NH_4^+). Oggetto di studio è al momento l'utilizzo di biochar per la sua capacità tampone nel digestato, spesso soggetto ad acidificazione.

È da sottolinearsi che gli studi si avvalevano di biochar ma comunque sempre di un supporto dato da zeoliti e carbone attivo o materiali plastici, inquanto, nonostante gli ottimi risultati riportati non può presentare le stesse estensioni dei precedentemente citati.

- Come strumento di supporto durante la filtrazione

L'uso di sistemi di filtrazione di biochar ha ricevuto attenzione per il suo potenziale di rimozione di particolato e metalli pesanti e per la riduzione di patogeni all'interno delle acque. Le capacità di filtrazione, testate per il momento solo su acqua piovana, hanno valutato le possibilità di rimozione di: solidi sospesi totali (-86%), sostanze nutritive (-86% dei nitrati e -47% dei fosfati), metalli pesanti (Cd -18%, Cr -19%, Cu -65%, Pb -75%, Ni -17% e Zn -24%) ed E.Coli (-27%). Notizia positiva riguarda il fatto che l'unico risultato deludente è stato riguardo al patogeno menzionato, dove le percentuali sono solitamente dal 53% al 98% con l'uso di zeoliti e carboni attivi.

La rimozione di solidi sospesi e materia organica in un filtro a biochar può essere eseguita come una successione di passaggi. [Fig 1] Partendo da una coagulazione dei solidi sospesi nello strato d'acqua (I)

seguita dapprima da una filtrazione del particolato e della materia organica (II) e poi una successiva colatura con adsorbimento di quest'ultima sul filtro (III). La filtrazione delle particelle più grandi avviene così prima e quelle di dimensioni inferiori sono poi rimosse sia per filtrazione sia per adsorbimento in filtri secondari e la materia organica idrolizzata in condizioni anaerobiche. Così procedendo le dimensioni del filtro a biochar aumentano incrementando la superficie di attacco. Fondamentale poiché può essere di supporto sia alla costruzione del biofilm sia alla deposizione batterica all'interno del biochar (IV).

Il biochar risultante a fine processo si caratterizza quindi come ricco di sostanze nutritive, e per questo, utilizzabile come fertilizzante per il suolo, permettendo uno smaltimento totale.

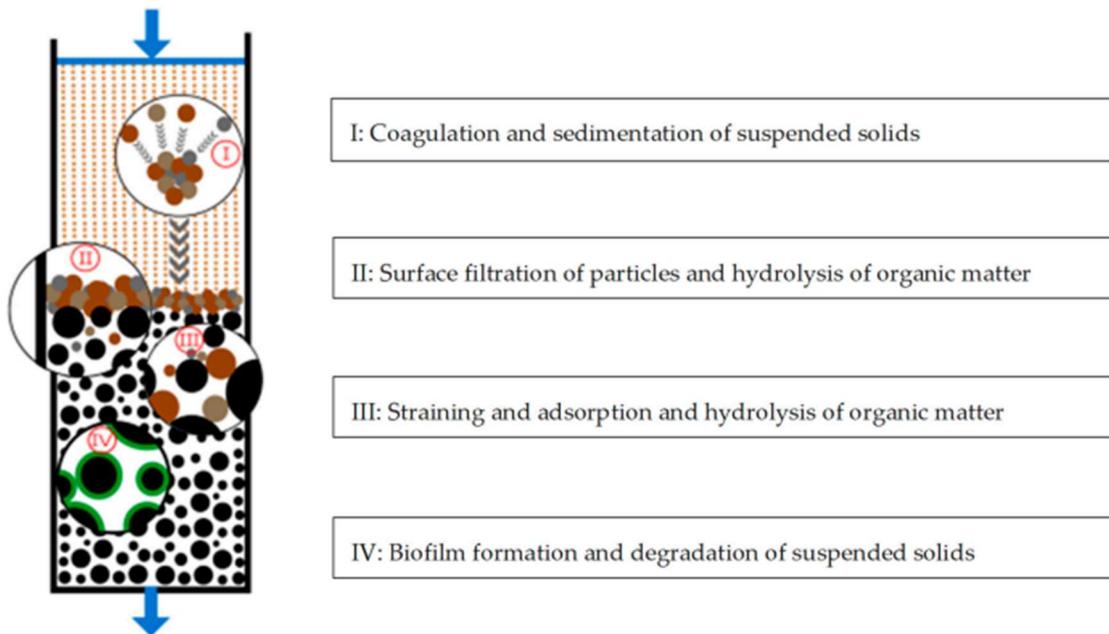


Fig 1: Meccanismo di rimozione sedimenti e materia organica composto da un filtro a biochar

- Come catalizzatore durante l'ossidazione eterogenea

I catalizzatori a base di biochar sono stati ampiamente utilizzati in diversi sistemi per la degradazione di composti biorecalcitranti e nella bonifica di contaminanti nelle acque reflue. Una maggiore efficienza è riportata a pH 10 dove il potenziale catalitico è di circa il 58% dopo un tempo di reazione di 1 ora.

La motivazione chimica dietro questi risultati è da attribuirsi all'eccellente capacità dei materiali in carbonio di attivare vari ossidanti come l'ossigeno e il perossido di idrogeno formando specie reattive dell'idrogeno che permettano la degradazione di contaminanti organici refrattari.

- Prospettive future

Essendo il biochar una risorsa rinnovabile è innegabile il suo potenziale significativo per affrontare diversi aspetti ambientali nel campo del disinquinamento delle acque reflue. I risultati finora ottenuti sono promettenti, tuttavia mancano ancora studi definitivi per avere una piena comprensione dei meccanismi che governano il processo di adsorbimento e poterli applicare su larga scala.

Inoltre è da considerarsi che l'utilizzo del biochar è in funzione di quelle che sono le proprietà di quest'ultimo quali i gruppi funzionali, la loro disponibilità all'interno e sulla superficie, la natura delle materie prime e le condizioni di conversione termica. In conseguenza a questo è fondamentale ricordare che ogni

volta è necessario avere un biochar fatto 'su misura' per il processo da seguire, e molto spesso sono necessarie modifiche successive alla produzione vera e propria. Modifiche, che sono ancora al momento oggetto di studio.

Un'idea sicuramente attuabile è quella dell'incorporamento del biochar a quelli che sono i processi di pretrattamento adottati per rimuovere i composti tossici in attesa di successivo trattamento biologico.

Inoltre fondamentale sarebbe, a prescindere dal suo utilizzo per la gestione delle acque reflue, un attento studio di quelle che sono le sue eventuali ripercussioni negative sull'ambiente. Una delle maggiori qualità del biochar è la sua stabilità, motivo per cui viene scelto per questi trattamenti, inquanto per i primi utilizzi risulta essere ottimo. Tuttavia, in seguito a più cicli di utilizzo per la decontaminazione delle acque reflue, c'è probabilità di andare incontro ad una instabilità, che porterebbe quindi a un rilascio del contenuto nella soluzione da trattare.

Inoltre, ricollegandosi alla materia prima di costituzione del biochar, se esso è derivato da fanghi potrebbe essere contaminato da metalli pesanti. Chiaramente necessita di controlli preventivi accurati.

Infine è fondamentale considerare quello che è il destino del biochar una volta utilizzato, quindi il suo riutilizzo o recupero, inquanto il processo di adsorbimento generalmente permette la trasformazione di un inquinante dalla fase liquida quella solida. È necessario avere a disposizione metodologie efficienti per convertire questi inquinanti in forma non tossica.

- Conclusioni

Il basso costo della materia prima e il semplice processo di preparazione rendono l'applicazione del biochar fattibile per quanto riguarda il campo delle acque reflue. La sua capacità di rimuovere inquinanti dipende dalla sua natura, dalle materie prima e dalla sua temperatura di conversione termica. Questo fattore è positivo perché ci permette di gestire al meglio le sue qualità, anche al fronte della possibilità di apportare modifiche successive al materiale di partenza attraverso metodi di attivazione fisica e chimica regolandone i gruppi funzionali sulla superficie, la porosità e la superficie specifica.

Si caratterizza come versatile ed efficace avendo dimostrato di poter essere applicato in materia di bonifica e decontaminazione, come supporto a catalizzatori e come adsorbente di inibitori durante la digestione anaerobica.

Nel complesso è indubbio che l'applicazione del biochar offre numerosi benefici e potenziali vantaggi economici. Tuttavia più esperimenti in situ dovrebbero essere effettuati per testarne l'efficienza utilizzando effluenti reali prima di una sua applicazione su larga scala. In particolare, la stabilità del biochar dopo diversi cicli di utilizzo merita un approfondimento importante.

BIBLIOGRAFIA

- Proprietà fisico-chimiche del biochar: temperatura di pirolisi ed effetti del tipo di materia prima' Agnieszka Tomczyk, Zofia Sokołowska, Patrycja Boguta
- Biochar per tecnologie e applicazioni di trattamento-conversione delle acque reflui' ,Ename G, Baçaoui A, Yaacoubi A
- Biorcetechnology.com/it/biochar.html
- [Preparazione di compositi biochar e biochar e loro applicazione in un processo simile a Fenton per la decontaminazione delle acque reflue: una rassegna' Xuqin Pan, Zhepei Gu, Qibin Li