

## La potenzialità dei Green Carbons nella lotta alle fonti di origine fossile – Parte 2

D. Basso, C. Vinante, R. Pavanetto

Nel Green Paper precedente abbiamo introdotto il concetto di “Green Carbons” come precursori sostenibili di nuovi materiali innovativi per svariate industrie, fra cui produzione di filtri, nanotubi di carbonio, batterie ed altri sistemi per i quali il carbonio risulta essere una componente fondamentale [1]. Sebbene molte delle tecniche utilizzate per la produzione di “Green Carbons” da fonti rinnovabili presentino un notevole vantaggio dal punto di vista ambientale, quello economico risulta ancora non del tutto verificato a causa della scarsa scalabilità a livelli industriali.

Nel panorama delle soluzioni sostenibili per la valorizzazione della biomassa, la carbonizzazione idrotermica (in breve HTC) rappresenta un processo termochimico che consente di ottenere un solido carbonioso a partire da scarti e/o materiali biodegradabili, quali fanghi di depurazione, scarti agro-alimentari, e residui dell’industria alimentare. Questo processo fu inizialmente studiato dal premio Nobel Friederich Bergius (1913), il quale riprodusse in laboratorio il naturale processo di formazione del carbone, che avviene tipicamente in migliaia di anni. Bergius riuscì ad ottenere un carbone, meglio definibile come bio-lignite, trattando la biomassa in presenza di acqua ad una temperatura intorno ai 200°C ed una pressione di circa 20 atmosfere in un tempo compreso tra 3 e 5 ore [2].

La fase solida ottenuta a valle del processo di carbonizzazione, comunemente chiamata hydrochar, ha suscitato inizialmente grande interesse nelle applicazioni legate alla valorizzazione energetica in quanto è caratterizzata da un contenuto energetico compreso fra i 15 ed i 25 MJ/kg, ovvero circa 40% più elevato rispetto alla biomassa di partenza [3]. La Figura 1 rappresenta le maggiori applicazioni dell’HTC in termini di feedstock in ingresso ed applicazione dei “Green Carbons” ottenibili come output.

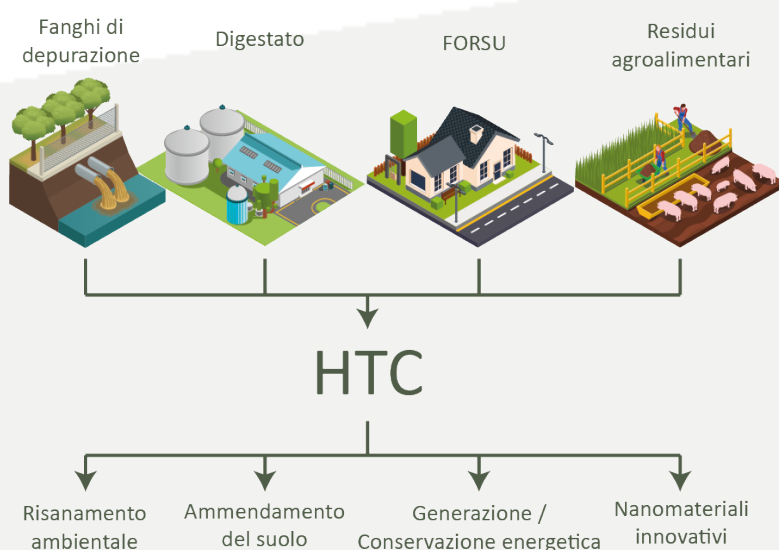


Figura 1. Tipici input ed output del processo HTC

Dalla Figura 1 si evince come il processo HTC rappresenti una valida alternativa alle comuni soluzioni di smaltimento non sostenibili quali incenerimento e smaltimento di discarica, il tutto riducendo notevolmente le emissioni di gas ad effetto serra e riducendo notevolmente il volume di residui da dover trattare [4]. L'hydrochar come materiale ad alto valore aggiunto può inoltre essere utilizzato come precursore rinnovabile in molte applicazioni fra cui la produzione di carboni attivi e adsorbenti, nanomateriali e nanocompositi, elettrodi in batterie ricaricabili e supercondensatore, produzione di sensori ed infine produzione di ammendanti [2].

Attraverso l'innovazione tecnologica di hardware e software coinvolti in un tipico impianto di HTC, l'industrializzazione di tale processo soluzioni garantisce elevate performance in termini di sostenibilità senza soffrire di una crescita esponenziale dei costi solitamente presente in altri cicli di generazione dei Green Carbons [2].

Complessivamente, la produzione di hydrochar rappresenta una valida alternativa in grado di abilitare l'economia circolare nel ciclo di valorizzazione della biomassa ed allo stesso tempo fornire un materiale rinnovabile con prestazioni comparabili con le alternative fossili, il tutto caratterizzato da un forte componente di scalabilità a livello industriale.

## The potential of Green Carbons in the fight against fossil sources - Part 2

D. Basso, C. Vinante, R. Pavanetto

In the previous Green Paper we introduced the concept of "Green Carbons" as sustainable precursors of new innovative materials for various industries, including the production of filters, carbon nanotubes, batteries and other systems for which carbon is a fundamental component [1]. Although many of the techniques used for the production of "Green Carbons" from renewable sources present a significant advantage from an environmental point of view, the economic one is still not fully verified due to the low scalability at industrial levels.

In the panorama of sustainable solutions for the valorisation of biomass, hydrothermal carbonization (in short HTC) represents a thermochemical process that allows to obtain a carbonaceous solid starting from waste and/or biodegradable materials, such as sewage sludge, agro-food waste, and residues from the food industry. This process was initially studied by the Nobel Prize Friederich Bergius (1913), who reproduced in the laboratory the natural coal formation process, which typically takes place over thousands of years. Bergius managed to obtain a coal, better defined as bio-lignite, by treating the biomass in the presence of water at a temperature around 200°C and a pressure of about 20 atmospheres in a time between 3 and 5 hours [2].

The solid phase obtained downstream of the carbonization process, commonly called hydrochar, initially aroused great interest in applications related to energy enhancement as it is characterized by an energy content of between 15 and 25 MJ / kg, or approximately 40% more high compared to the starting biomass [3]. Figure 1 represents the main applications of HTC in terms of input feedstock and application of the "Green Carbons" obtainable as output.

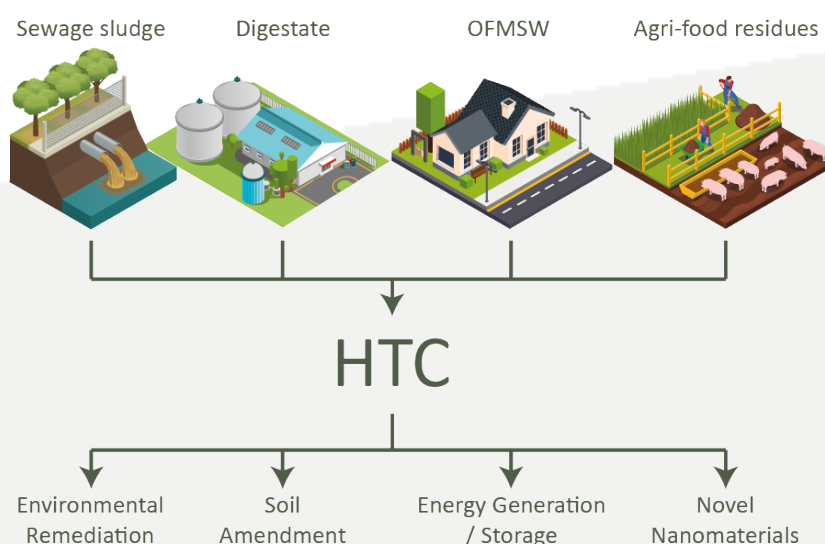


Figure 1. Typical inputs and outputs of the HTC process

Figure 1 shows how the HTC process represents a valid alternative to common unsustainable disposal solutions such as incineration and landfilling, all significantly reducing greenhouse gas emissions and significantly reducing the volume of residues to be treated [4]. Hydrochar as a material with high added value can also be used as a renewable precursor in many applications

including the production of activated carbon and adsorbents, nanomaterials and nanocomposites, electrodes in rechargeable batteries and supercapacitors, production of sensors and finally production of soil improvers [2].

Through the technological innovation of hardware and software involved in a typical HTC plant, the industrialization of this solution process guarantees high performance in terms of sustainability without suffering from an exponential growth in costs usually present in other Green Carbons generation cycles [2].

Overall, the production of hydrochar represents a valid alternative capable of enabling circular economy in the biomass valorization cycle while at the same time providing a renewable material with performances comparable to those of fossil alternatives, all characterized by a strong scalability at the industrial level.

## References

- [1] Bergius, F., 1928. Beiträge zur Theorie der Kohleentstehung. *Naturwissenschaften*, 16, 1–10
- [2] Titirici, M.-M., 2013. Green Carbon, in: Titirici, M.-M., *Sustainable Carbon Materials from Hydrothermal Processes*. Ed.; John Wiley & Sons, Ltd: West Sussex, UK, pp 75-100.
- [3] Hoekman, S.K., Broch, A., and Robbins, C., 2011. Hydrothermal Carbonization (HTC) of Lignocellulosic Biomass. *Energy Fuels*, 25, 1802–1810.
- [4] Berge, N.D., Kammann, C., Ro, K., & Libra, J., 2013. Environmental applications of hydrothermal carbonization technology: Biochar production, carbon sequestration, and waste conversion, in: Titirici, M.-M., *Sustainable Carbon Materials from Hydrothermal Processes*. Ed.; John Wiley & Sons, Ltd: West Sussex, UK, pp 75-100.