POLITECNICO DI TORINO

Tesi meritoria

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

Abstract

Biochar come filler ecologico per migliorare le prestazioni sostenibili del cemento.

Relatore

Prof. Giuseppe A. Ferro

Candidato

Daniel Suarez

Sessione di laurea
27 settembre 2018

La crescita della popolazione mondiale ha generato un aumento della domanda di costruzioni per soddisfare le esigenze abitative, di lavoro e di svago, comportando un maggiore consumo di materiali da costruzione. Al giorno d'oggi, però, è necessario che il processo di produzione di materiali tradizionali sia il più efficiente e sostenibile dal punto di vista ambientale ed economico.

Nel mondo delle costruzioni, il calcestruzzo è il materiale più prodotto e utilizzato al mondo. Uno dei suoi componenti principale è il cemento, la cui produzione negli ultimi anni ha raggiunto oltre 4 miliardi di tonnellate. Questo processo di produzione richiede grandi quantità di materia prima non rinnovabile e consuma un'elevata quantità di energia; inoltre, è altamente inquinante, essendo responsabile di oltre il 5% della CO_2 emessa nell'atmosfera ogni anno, generando gravi conseguenze ambientali.

Un altro grande problema irrisolto ad oggi è quello relativo alla gestione dei rifiuti organici (biomassa) che, a causa del loro basso tasso di riciclaggio, sono ormai un problema di primaria importanza per gli stati mondiali: il loro smaltimento causa seri problemi di contaminazione del suolo e dell'acqua, durante il processo di degradazione vengono generate emissioni di metano e altri gas serra, i costi di smaltimento e gestione sono elevati.

Recenti studi hanno dimostrato il potenziale energetico della biomassa trattata con processi termochimici, ad esempio quelli con ossigeno limitato come pirolisi o gassificazione, dai quali si ottengono bio-olio, syngas e Biochar; i primi vengono usati come biocarburanti mentre il terzo, che è il sottoprodotto solido del processo, è stato utilizzato come ammendanti nei terreni. Tuttavia, diversi ricercatori nel campo dell'edilizia hanno verificato la potenziale applicazione del Biochar come inerte verde nelle paste cementizie, malte e calcestruzzi, migliorando le loro proprietà meccaniche come la resistenza alla compressione, alla flessione e la duttilità.

Quindi il presente lavoro si basa sull'utilizzo del Biochar "Borgotaro grigio", proveniente dal cippato di legno, come inerte per miglio rare la resistenza meccanica nei materiali tradizionali a base di cemento. In aggiunta, lo scopo di questo lavoro è anche conoscere l'influenza del costo del Biochar aggiunto alla pasta cementizia.

Nell'attività di laboratorio è stato aggiunto il Biochar, ottenuto mediante gassificazione, in diverse percentuali rispetto al peso del cemento. Dai risultati finali è emerso che le micro-particelle di Biochar sono molto utili per migliorare le proprietà meccaniche dei composti cementizi. In particolare, l'aggiunta del 2% di Biochar ha mostrato un miglioramento della resistenza alla flessione, della tenacità e della duttilità poiché le particelle hanno la proprietà di deviare la frattura, generando una traiettoria molto più tortuosa e meno lineare del tipico cemento fragile, che si traduce in un aumento dell'energia di frattura. Per quanto riguarda la resistenza alla compressione, rispetto alla pasta cementizia pura, c'è stato un miglioramento di oltre il 5% a 7 giorni, tuttavia a 28 giorni non si è stato riscontrato un miglioramento di questa proprietà.

Per quanto riguarda il settore economico, è stato dimostrato che utilizzando il 2% di Biochar nell'impasto cementizio non si ha un aumento significativo del costo finale, ciò potrebbe aprire scenari interessanti riguardo la sua applicazione. Inoltre, sostituendo parte del cemento con la stessa quantità di Biochar (2%), si riesce a ottenere una miscela di circa 1% più economica rispetto all'impasto tradizionale a causa della minore quantità di cemento comportando anche un abbattimento delle emissioni di CO_2.

In conclusione, con questo studio è stato possibile apprezzare come il Biochar abbia un grande potenziale come inerte nel cemento, con una riduzione dei costi in quanto si sostituisce il cemento con un materiale di scarto. In particolare, quest'ultima caratteristica implica un duplice vantaggio: da un lato, infatti, si ha un riuso di materiale altrimenti inutilizzabile; dall'altro lato, invece, abbiamo una riduzione dell'emissione dei gas serra nell'atmosfera sia per il minor uso di cemento, sia per la produzione stessa del Biochar che evita la generazione di quasi 900 kg di CO_2 equivalenti per ogni tonnellata di biomassa trattata.

Attività sperimentale - **campioni**

FABBRICAZIONE DEI CAMPIONI

CEM mix	# provini 7 giorni	# provini 28 giorni
Pure cement	4	4
CEM+BC 0.8%	4	4
CEM+BC 1%	8	8
CEM+BC 1.5%	4	4
CEM+BC 2%	12	4
CEM+BC 2%_S	8	-
CEM+BC 2%*	4	-
CEM+BC 2.5%	4	4
CEM+BC 2%_Sost	4	-
CEM+BC 2%_S_Sost	4	-
CEM+BC 2%_Sost*	4	-

Percentuali di aggiunta di Biochar in base al peso del cemento
Dynamon SP1= 1% in base al peso di cemento
w/c: 0.35

*w/c:0.40

Figura 1. Fabbricazione dei campioni ed impasti fatti.

Attività sperimentale - **risultati**

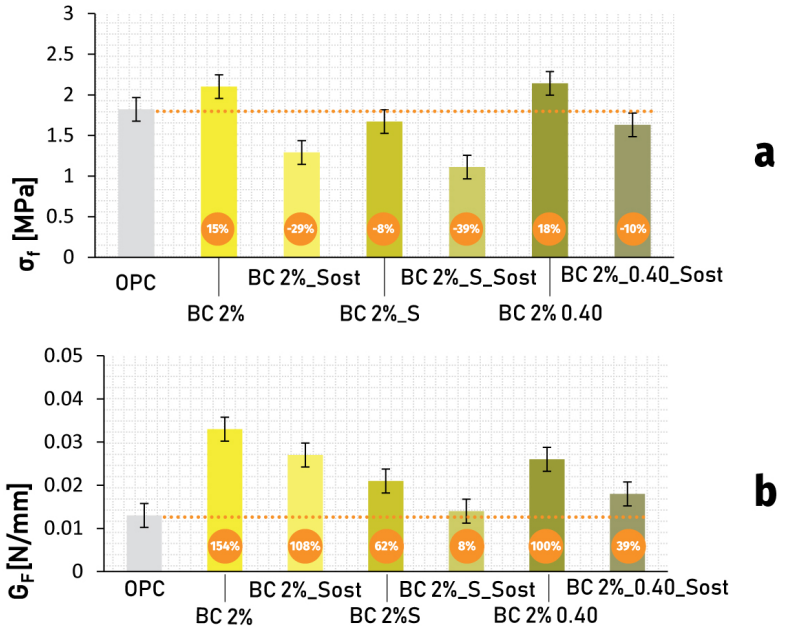

Figura 2.(a) Resistenza a flessione media per ogni set di campioni al 2% a 7 giorni. (b) Energia di frattura media per ogni set di campioni al 2% a 7 giorni.

Benefici economici-ambientali

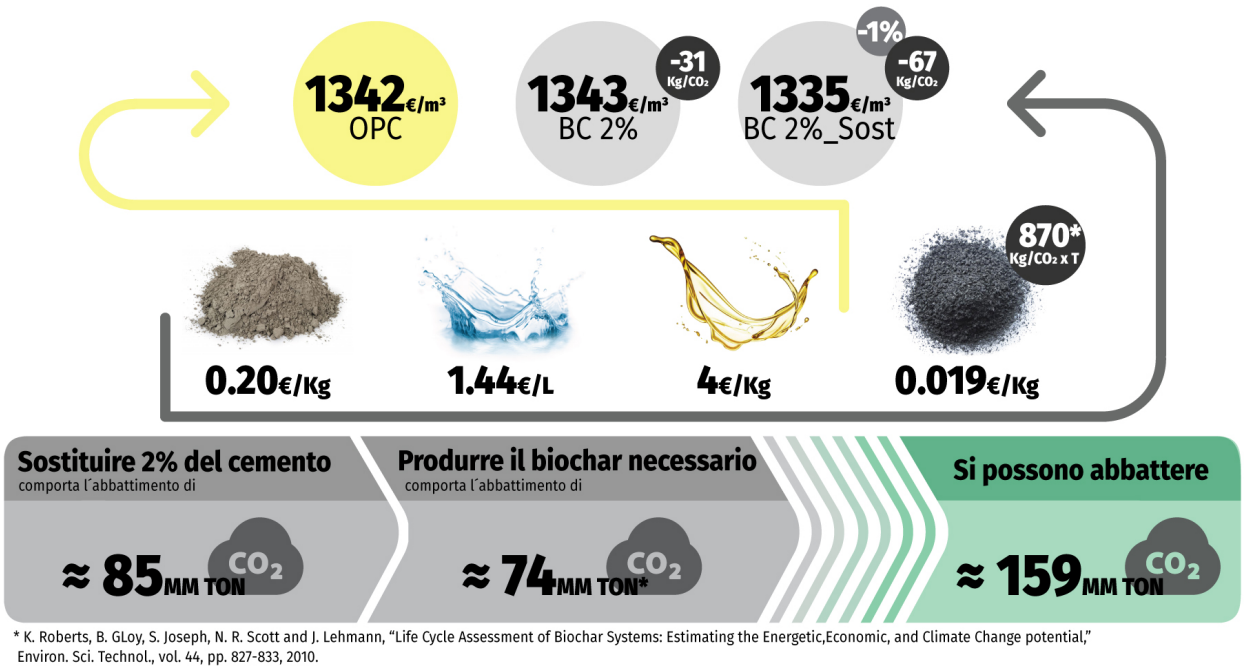

Figura 3. Benefici economici-ambientali.

Per ulteriori informazioni contattare:
Daniel Suarez, danielsuarezrieragmail.com