

Borse di dottorato di ricerca finanziate da Regione Lombardia nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con ENEA/Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo sostenibile (DGR n. 7792 del 17/01/2018 e 5321 del 4/10/2021).

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

Dottorato in: Ingegneria civile, ambientale, della cooperazione internazionale e di matematica.

Alan Piemonti: Valorizzazione di rifiuti industriali, con particolare riferimento alle scorie di fonderia e acciaieria, come nuovi materiali per l'edilizia.

Abstract

L'industria siderurgica rappresenta una delle maggiori realtà produttive nel panorama mondiale, con una produzione globale di acciaio in continua crescita negli ultimi vent'anni.

Nonostante le diverse tecniche disponibili, al giorno d'oggi la produzione avviene principalmente mediante due cicli: il "*ciclo integrale*" o il "*ciclo elettrico*", ai quali si aggiungono le successive affinazioni in forno siviera.

Oltre al materiale primario (acciaio), da tutti questi processi si origina anche un ingente quantitativo di materiale secondario, le cosiddette "*scorie di acciaieria*". In ragione del processo produttivo, delle materie prime, delle modalità di gestione del forno, del tipo di acciaio, dei processi di raffreddamento post-scorifica e dei successivi trattamenti, esse si suddividono in diverse tipologie, ciascuna con le proprie caratteristiche chimico-fisiche, mineralogiche e prestazionali.

Il riutilizzo delle scorie di acciaieria in sostituzione delle materie prime naturali in diverse applicazioni apporta notevoli vantaggi sia dal punto di vista economico e sociale che da quello ambientale. Un loro reimpiego contribuisce infatti alla diminuzione dei quantitativi da destinare a smaltimento in discarica nonché alla riduzione dello sfruttamento delle risorse naturali e degli impatti da esso derivanti, sia in termini ambientali che di tutela della biodiversità e del paesaggio.

Per poter però garantire un loro corretto trattamento in previsione di un futuro reimpiego, anche le scorie di acciaieria sono soggette al rispetto di determinati standard normativi. Infatti, a seconda della classificazione, i processi di trattamento, registrazione e le verifiche di conformità risulteranno molto diversi ed una loro conoscenza ed interpretazione saranno quindi fondamentali per la corretta gestione di questo tipo di materiale.

Il presente lavoro di ricerca intende dare un ulteriore contributo alle conoscenze sulle scorie di acciaieria, con un focus completo su produzione, proprietà, classificazione, gestione e riutilizzi finali. È stata dapprima condotta un'intensa attività di ricerca bibliografica riguardante diverse tipologie di scorie di acciaieria, al fine di approfondire ed analizzare le loro proprietà fisiche, chimiche, mineralogiche, prestazionali ed i relativi aspetti correlati ad un loro eventuale impatto ambientale. Ampio spazio è stato dedicato ai loro possibili riutilizzi, con un focus sul reimpiego nel settore delle costruzioni ed in particolare per la produzione di calcestruzzo.

Verrà poi mostrato un quadro generale ed aggiornato sulla normativa nazionale, analizzando le diverse possibilità di classificazione e gli iter da esse derivanti, partendo dalla produzione ed approfondendo tutte le fasi fino all'ottenimento di un materiale conforme e commercializzabile.

Vista l'eterogeneità delle scorie di acciaieria, è stato poi deciso di indagare lo stato dell'arte sulla loro produzione e gestione a livello nazionale e locale, con focus su Regione Lombardia (Italia) e Provincia di Brescia (Italia). Ciò ha inoltre permesso di individuare la tipologia di scoria più consona per lo sviluppo di una campagna sperimentale, parte finale della presente ricerca.

La suddetta campagna sperimentale verte sul riutilizzo della scoria derivante dalla produzione di acciaio al carbonio in forno elettrico ad arco (la cosiddetta "*EAFS-C*") come aggiunta nel calcestruzzo

per applicazioni strutturali. In particolare, sono state dapprima progettate diverse miscele di calcestruzzo con l'aggiunta di scorie in parziale sostituzione dell'aggregato fine e grossolano naturale, in tre diverse percentuali (10, 25 e 50%). Queste miscele sono poi state analizzate mediante l'esecuzione di test per la caratterizzazione del materiale (proprietà reologiche e di resistenza), con l'aggiunta anche di test per la valutazione di alcuni aspetti legati alla durabilità del calcestruzzo.

Presentazioni

- Piemonti, A., Enhancement of industrial waste, with particular reference to foundry and steelmaking slag, as new building materials, poster preparato per il "DICATAMday Poster Twitter Conference 2021" e ri-guardante l'attività di dottorato. Conferenza avvenuta in data 1 dicembre 2021. Link per la visualizzazione del poster su Twitter: https://twitter.com/AlanPiemonti?t=sbjbPwTGcfTeiHWRmHqz_Q&s=08.
- Sorlini, S., Piccinali, A., Piemonti, A., Plizzari, G. The use of waste material in the construction industry. Presentazione preparata per la "Virtual Global Summer Workshop / Competition and Colloquium – Re-building 'Unnatural Horizons': Redevelopment plan for Iwanai-cho – Hokkaido, Japan" e riguardante l'attività di dottorato. Workshop (online) avvenuto in data 4 febbraio 2022.
- Piemonti, A., Conforti, A., Cominoli, L., Luciano, A., Sorlini, S., Plizzari, G. Concrete mixtures with EAF slags as partial replacement of natural aggregates: A preliminar study. Short paper sottomesso (e accettato) al convegno "6th Symposium on Circular Economy and Urban Mining", 18–20 maggio 2022, Capri, Italia. Presentazione discussa dal Prof. Giovanni Plizzari in data 20 maggio 2022.
- Piemonti, A., Conforti, A., Cominoli, L., Luciano, A., Sorlini, S., Plizzari, G. Influence of Electric Arc Furnace Slags on the mechanical properties of concrete. Extended abstract sottomesso (e accettato) al con-vegno "9th International Conference on Sustainable Solid Waste Management", 15–18 giugno 2022, Corfù, Grecia. Presentazione discussa (online) in data 16 giugno 2022.
- Piemonti, A., Conforti, A., Cominoli, L., Luciano, A., Sorlini, S., Plizzari, G. On the use of Electric Arc Furnace slags in concrete for structural applications. Full paper sottomesso (e accettato) al convegno "14th fib International PhD Symposium in Civil Engineering", 05–07 settembre 2022, Roma, Italia. Presentazio-ne discussa in data 7 settembre 2022; --- Piemonti, A. Valorizzazione di rifiuti industriali, con particolare riferimento alle scorie di fonderia e ac-ciaieria, come nuovi materiali per l'edilizia. Presentazione preparata per la fiera "FuturaEXPO, Economia per l'Ambiente", Brescia, Italia e riguardante l'attività di dottorato. Presentazione discussa in data 4 ottobre 2022; --- Piemonti, A. Valorizzazione di rifiuti industriali, con particolare riferimento alle scorie di fonderia e ac-ciaieria, come nuovi materiali per l'edilizia. Presentazione preparata per il "3° Pre forum per lo Sviluppo Sostenibile Regione Lombardia convegno ENEA 'Edifici sostenibili: riduzione dei consumi ed economia circolare'", Milano, Italia e riguardante l'attività di dottorato. Presentazione discussa in data 12 ottobre 2022; Piemonti, A., Conforti, A., Cominoli, L., Luciano, A., Plizzari, G., Sorlini, S. Exploring the Potential for Steel Slags Valorisation in an Industrial Symbiosis Perspective at Meso-scale Level.