Proposta Progetto di dottorato XXXI ciclo

Proponente:
Maria Chiara Dalconi

Titolo:
Fundamental parameters controlling geopolymer binders

ITALIANO
I geopolimeri sono polimeri inorganici a base alluminosilicatica legati chimicamente in condizioni di bassa temperatura (T< 300°C). Essi si ottengono per polimerizzazione di silice e allumina reattive in presenza di soluzioni fortemente alcaline. Negli ultimi anni crescente attenzione è stata rivolta a questi materiali per le loro proprietà di leganti idraulici in grado di sviluppare resistenze meccaniche confrontabili con i tradizionali cementi Portland. A differenza dei cementi tradizionali ad alto contenuto di CaO, la cui produzione comporta l'immissione nell'atmosfera di ingenti quantità di CO_2, i geopolimeri sono considerati materiali a basso impatto ambientale. Possono infatti essere prodotti in condizioni di bassa temperatura ed utilizzando come materie prime minerali naturali (caolino) o sottoprodotti dell'industria (loppe, ceneri volanti, residui della lavorazione del vetro, lolla di riso).
La letteratura scientifica riporta prevalentemente studi sul design e prestazioni dei geopolimeri in diversi ambiti applicativi (applicazioni strutturali, biomediche, applicazioni per il restauro), ma i meccanismi chimico-fisici ed i parametri fondamentali che controllano il processo di polimerizzazione sono ancora scarsamente investigati.

Il progetto di ricerca di dottorato che si propone è mirato allo studio dei parametri chimico-fisici che controllano il processo di formazione dei geopolimeri e che ne condizionano le proprietà e prestazioni finali.
Lo studio riguarderà geopolimeri prodotti a partire da materiali naturali (caolini e altri minerali argillosi) e da materiali di scarto industriale (ceneri volanti). Le materie prime, i processi di polimerizzazione e le proprietà fisiche finali saranno caratterizzate mediante tecniche di diffrazione da polveri, analisi chimiche XRF, analisi di immagine SEM, tomografia ai raggi X, prove di resistenza meccanica.
Il modelling termodinamico (GEM - Gibbs Energy Minimization Software for Geochemical Modeling) sarà utilizzato per razionalizzare i parametri chimici di controllo sul processo di formazione dei geopolimeri. Programmi di modelling numerico saranno utilizzati per simulare l'evolvere delle proprietà fisiche in funzione del processo di polimerizzazione, ed i risultati ottenuti saranno confrontati con i dati sperimentali.

ENGLISH
Geopolymers are inorganic aluminosilicate binders with potential applications as sustainable alternative materials to traditional cement. They are formed by alkaline activation of fine amorphous aluminosilicate materials under low temperature processing conditions.
In fact, contrary to CaO-based Portland cement production which is an energy- and carbon-intensive process largely contributing to CO_2 emissions, geopolymer manufacturing requires low-carbon raw materials (aluminosilicate minerals, or industrial by-products) and mild processing conditions.
Most of the scientific literature dealing with geopolymers concerns the study of properties, performance and applications of geopolymeric materials, but little fundamental research

has been carried out to develop a more complete understanding of the chemistry of geopolymerization.
The Ph.D. project is focussed on investigating the fundamental physical-chemical parameters controlling geopolymer formation in order to get e deeper understanding of the mechanism involved in geopolimerization reaction.
This project will investigate the production of geoplolymer materials from natural raw materials (kaolin and other clay minerals) and industrial by-products (fly ash). The starting raw materials, geo-polymerization processes, structural and microstructural properties of final products will be characterized by means of XRD, XRF, SEM, x-ray micro-tomography and compressive strength tests.
Thermodynamic modelling (GEM software) will be used to asses the basic chemical parameters controlling geoplolymerization formation. The VCCTL numerical modelling will be implemented to simulate hydration kinetics and microstructural development of simplified geopolymer materials.

Finanziamenti disponibili:
Fondi Circe