



IL FUTURO SOSTENIBILE DELLA SABBIA E DELLA GHIAIA PER IL CALCESTRUZZO

La sabbia e la ghiaia sono componenti essenziali del calcestruzzo, ma purtroppo sono in via di esaurimento. Si deve pertanto diminuirne il consumo e trovare delle alternative, considerato anche che la loro estrazione dai fiumi, dai laghi e dal mare è fortemente nociva all'equilibrio ambientale. In questa nota sono riportate alcune possibilità per ridurre il consumo come, ad esempio, la produzione di calcestruzzi leggeri per aggiunta di altri materiali, l'utilizzo di aggregati provenienti da cave e l'impiego di sabbia del deserto trattata.

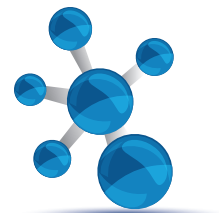


La gran parte delle sabbia e della ghiaia, chiamati aggregati del calcestruzzo, è utilizzata nella produzione del calcestruzzo per le costruzioni, ma anche per l'asfalto delle strade, per la produzione del vetro, per l'elettronica ed altre minori applicazioni [1]. Un metro cubo di calcestruzzo è composto, all'incirca, da 0,4 m³ di sabbia, 0,8 m³ di ghiaia, 300 kg di cemento e 150 kg di acqua, ma tale composizione varia moltissimo a seconda dell'impiego finale. Attualmente, gli aggregati provengono dai fiumi, dai laghi e dal mare e bisogna tener presente che

questi ultimi devono essere lavati prima dell'utilizzo. La sabbia ha dimensione da 3-4 mm, la ghiaia da 5-30 mm ed hanno entrambe una forma arrotondata. Si consumano ogni anno nel mondo tra i 40 e i 50 miliardi di tonnellate di sabbia e ghiaia per costruire infrastrutture, strade e case. Dato che la sabbia dei deserti non può essere usata nell'edilizia, il prelievo degli aggregati per il calcestruzzo comporta erosione di coste, scomparsa di isole, devastazione di bacini fluviali e lacustri, rischi idrogeologici, inquinamenti e conflitti per contendersi la sabbia, specialmente in Asia. La sparizione delle coste arreca danni all'agricoltura, perché annulla l'impermeabilizzazione dei terreni dall'acqua marina, mentre i fiumi possono cambiare percorso e portata [2, 3]. Gli aggregati sono il secondo prodotto naturale più utilizzato al mondo, dopo l'acqua.

Alternative agli attuali aggregati usati per il calcestruzzo per l'edilizia

La necessità di trovare alternative alla sabbia e alla ghiaia, lacustri, fluviali e marine per produrre calcestruzzo è dovuta a diversi motivi. In primo luogo, la loro scarsità in diversi Paesi, poi le restrizioni alla



loro estrazione in molte parti del mondo, limitazioni destinate a crescere in futuro e, infine, l'alto costo che hanno raggiunto. Si prevede una forte diminuzione della loro disponibilità nel prossimo futuro e la loro scomparsa totale per il 2100, qualora non si trovassero alternative. Le soluzioni per diminuire gli effetti negativi dell'attuale scarsità di sabbia e ghiaia sono le seguenti: riciclare i rifiuti di calcestruzzo ottenuti dalle costruzioni in demolizione o scartati nel corso dei lavori; sostituire gli aggregati con rifiuti silicei di altri processi industriali, per esempio del vetro e dell'asfalto; utilizzare la sabbia del deserto, alternativa al momento impossibile; utilizzare sabbia "difficile" (sabbia con diverse impurezze) per adesso poco utilizzata; utilizzare rocce macinate; utilizzare calcestruzzi leggeri, ovvero microporosi per la presenza di aria inglobata per addizione di nuovi materiali. Alcune di queste alternative sono già usate, altre meno e occorre incrementare la ricerca per ottimizzarle, prima che sorgano difficoltà irreparabili in seguito all'esaurimento delle risorse naturali [4].

Calcestruzzi leggeri

I calcestruzzi leggeri si distinguono da quelli tradizionali per il fatto che sostituiscono totalmente o in parte, la sabbia e la ghiaia tradizionale con aggregati leggeri aventi un peso specifico inferiore. L'aggregato leggero si ottiene inserendo aria nell'impasto, per diminuirne la densità e dare un maggiore isolamento termico e acustico e resistenza all'umidità. I calcestruzzi leggeri sono i seguenti: cellulare, con sfere di polistirene espanso, Polycem (combinazione di quelli cellulari con quelli polistirenici), con argilla espansa, oppure con altro materiale inorganico leggero (vermiculite, pomice, perlite, vetro espanso, ecc.). I calcestruzzi leggeri sono in gran parte non strutturali, ossia sono progettati per la realizzazione di coperture, massetti e sottofondi di riempimenti di intercapedini e sottofondi termoisolanti, laddove si vogliono privilegiare le proprietà di isolamento termico e assorbimento acustico [5]. C'è, inoltre, un calcestruzzo leggero strutturale a base di argilla espansa utilizzato per la costruzione di ponti e di edifici in zone sismiche. Il calcestruzzo cellulare è costituito da sabbia macinata, calce, alluminio, cemento ed acqua. La



miscela viene trattata in autoclave a 190 °C e l'alluminio reagisce con la calce per produrre H₂ che entra negli alveoli. Successivamente la calce reagisce con la silice per formare silicato di calcio che impartisce durezza all'impasto, mentre l'idrogeno fuoriesce dagli alveoli che ha creato ed è sostituito dall'aria [6]. Il calcestruzzo leggero contiene aggregati naturali ed è alleggerito dalla presenza di sfere di polistirolo espanso che hanno diametro variabile da 1 a 6 mm. La sua porosità è creata dall'evaporazione del *n*-pentano presente nel polistirolo che, dopo un previo riscaldamento (espansione), è sostituito dall'aria [7].

Il "calcestruzzo leggero strutturale in argilla espansa" è costituito da argilla espansa, che si prepara dalla cottura dell'argilla naturale in speciali forni rotanti. Si ottiene una struttura porosa con all'interno dell'aria, per cui da 1 m³ di argilla si ottengono 5 m³ di argilla espansa. In pratica questo materiale sostituisce la ghiaia parzialmente o totalmente, riducendone la massa volumetrica [8].

Il calcestruzzo leggero può contenere perlite, un materiale vulcanico che, a differenza delle altre rocce vetrose, ha la capacità di espandere il proprio volume fino a 20 volte rispetto a quello originale, qualora venga portato ad elevate temperature, prossime al suo punto di rammollimento [9]. L'espansione è legata alla presenza di acqua rimasta confinata nella porosità chiusa della roccia, per effetto del repentino raffreddamento in fase di fuoriuscita del magma. Il calcestruzzo leggero "isoPET" è ottenuto con aggregati ottenuti dal riciclo di materiali plastici sottoposti a trattamenti di purificazione e a un processo di granulazione, per realizzare la lavorabilità prefissata e una sufficiente adesione con il cemento [10].



Utilizzo della sabbia del deserto

La sabbia del deserto non è impiegata attualmente per produrre il calcestruzzo, perché è costituita da particelle troppo lisce e arrotondate che, per questo, non riescono a aggregarsi con il cemento. Questa sabbia, inoltre, è di dimensioni inferiori a 1 mm, troppo piccole per filtrare l'acqua. Un'informazione che dà un'idea di questo problema è, per esempio, che a Dubai, per l'industria edilizia, importano la sabbia dall'Australia.

Di seguito sono riportate alcune proposte per potere utilizzare la sabbia del deserto.

L'azienda tedesca "Polycare" ha suggerito la produzione di un nuovo materiale per le costruzioni chiamato "calcestruzzo polimerico" (Polymer concrete) che utilizza 90% di sabbia del deserto della Namibia e 10% di resine di polietilene tereftalato riciclate (PET) come legante [11]. L'Università Tecnica di Dresda (D) ha brevettato l'utilizzo della sabbia del deserto per sostituire gli attuali aggregati del calcestruzzo con una tecnologia che si basa su un processo di fusione della sabbia per formare delle rocce che poi vengono macinate [12]. Ricercatori del Senegal hanno proposto di utilizzare la sabbia del deserto per produrre calcestruzzo mescolandola con sabbia ottenuta macinando delle rocce basaltiche [13]. Ricercatori inglesi dell'Imperial College di Londra hanno messo a punto un additivo, ancora segreto, da mescolare con la sabbia del deserto per produrre un calcestruzzo chiamato "FINITE" [14].

Utilizzo di sabbie e ghiaia da rocce

Molte sabbie ottenute da cave sono chiamate "sabbie difficili" e sono poco utilizzate perché

contengono impurezze. La Basf ha messo a punto un nuovo calcestruzzo che utilizza sabbie difficili brevettando uno speciale additivo dal nome MasterSuna SBS [15]. Esso consiste di un liquido innovativo a base di macromolecole che hanno un'elevatissima affinità con i minerali argillosi espansivi (argille e mica) che contaminano la sabbia, facilitandone così la loro separazione. Nel Bergamasco si utilizzano anche sabbie ottenute con operazioni di frantumazione e di macinazione di rocce estratte da pareti rocciose di monte, oppure ricorrendo alla riduzione dimensionale di pietrisco di grosse dimensioni proveniente dalle fonti acquose [1]. Resta il fatto che questi aggregati ottenuti per frantumazione hanno una forma poligonale a spigoli vivi e presentano superfici scabre e rugose. Sembra, tuttavia, che questo sia un difetto accettabile.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Gli aggregati impiegati per produrre il calcestruzzo - Ghiaia o pietrisco?**
- [2] **Il Calcestruzzo - La composizione media standard dell'impasto**
- [3] **Stiamo finendo la sabbia**
- [4] M.C. Collivignarelli *et al.*, *Sustainability*, 2020, **12**(19), 7903, DOI: <https://doi.org/10.3390/su12197903>.
- [5] **I calcestruzzi leggeri**
- [6] **Calcestruzzo cellulare: caratteristiche e impieghi**
- [7] **Facciamo chiarezza sull'utilizzo di calcestruzzi leggeri confezionati con polistirene espanso**
- [8] **Manuale del calcestruzzo**
- [9] **Calcestruzzo alleggerito con perlite**
- [10] **Isopet**
- [11] **Polycare turns Namibia's desert sand into concrete**
- [12] A. Cisse, S. Tamba *et al.*, *EESRJ*, 2012, **4**(12), 1071.
- [13] https://www.researchgate.net/figure/Desert-sands-and-basaltic-crushed-sand-0-3_fig3_303999787
- [14] **La sabbia del deserto potrebbe sostituire il cemento?**
- [15] **MasterSuna SBS - Additivo sabbie difficili con argilla**