

Erika Furlani

E-mail: erika.furlani@uniud.it

Studi

1992	Liceo Scientifico Statale “G.Marinelli” - Udine Maturità scientifica
2006	Università di Udine – Facoltà di Ingegneria Laurea in Ingegneria Gestionale (V.O.) Tesi di laurea: “Produzione di sinterizzati ceramici da rifiuti industriali”
2011	Università di Udine – Dipartimento di Chimica, Fisica e Ambiente Dottorato di Ricerca in Tecnologie Chimiche ed Energetiche Tesi di Dottorato: “Produzione di materiali per l’edilizia contenenti alcune tipologie di rifiuti industriali e civili”

Esperienze professionali

2006-2007	Università degli Studi di Udine Assegnista di ricerca Titolo della ricerca: “Inertizzazione di rifiuti industriali e/o civili mediante produzione di materiali ceramici”
2007	Università degli Studi di Udine Assegnista di ricerca Titolo della ricerca: “Produzione di monoliti ceramici mediante uso di scorie di acciaieria e materie prime tradizionali”
2008-2011	Università degli Studi di Udine Dottorato di ricerca in Tecnologie Chimiche ed Energetiche Titolo della ricerca: “Produzione di materiali per l’edilizia contenenti alcune tipologie di rifiuti industriali e civili”
2011- 2020	Università degli Studi di Udine Assegnista di ricerca Titolo della ricerca: “Produzione di materiali per l’edilizia mediante riciclo di rifiuti industriali e civili”
2020 – 2022	Università degli Studi di Udine Contratto di collaborazione Oggetto: Attività di supporto alla ricerca per la caratterizzazione cristallografica e micro strutturale di materiali ceramici e leganti idraulici
2007 – 2022	Università degli Studi di Udine

Correlatrice delle seguenti Tesi di Laurea:

- 1) Asquini Luigi – Produzione e caratterizzazione di monoliti ceramici da fanghi di cartiera e vetro di riciclo. Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica AA. 2005/06
- 2) Ferro Marcella – Produzione e applicazione di una pittura a base di TiO₂ nanometrico. Laurea in Ingegneria Gestionale (V.O.) AA. 2006/07
- 3) Tonello Gabriele – Caratterizzazione e preparazione di malte mediante cemento, rifiuti inorganici ed acqua. Laurea in Ingegneria Gestionale (V.O.) AA. 2007/08
- 4) Faraone Nicola – Ottimizzazione della composizione e della durabilità di una malta cementizia contenente scorie di lavorazione metallurgica. Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica AA 2007/08
- 5) Verocai Patrick – Pneumatici e rifiuti solidi urbani selezionati: riciclo e/o utilizzo nella produzione di energia. Laurea in Ingegneria Meccanica AA 2008/09
- 6) Poletti Matteo – Calamina come nuovo componente nella produzione di malte per migliorare l'efficienza di pavimenti radianti. Laurea in Ingegneria Meccanica AA. 2014/15
- 7) Luca Minisini – Trattamenti per il riciclo delle sabbie di fonderia. Laurea in Ingegneria Meccanica AA.2016/17
- 8) Erica Mingone – Monoliti ottenuti da miscele di geopolimero e polveri di olivina: produzione e proprietà meccaniche. Laurea in Ingegneria Meccanica AA 2017/18
- 9) Axel Pavan – I geopolimeri come collanti per materiali ceramici: un approccio sperimentale. Laurea in Ingegneria Meccanica AA 2017/18
- 10) Marta Deison – Monoliti ottenuti da miscele di geopolimero e polveri di sabbia silicea: produzione e proprietà meccaniche. Laurea in Ingegneria Meccanica AA 2017/18
- 11) Giulia Della Mea – I geopolimeri ed i rifiuti solidi urbani. Laurea in Ingegneria Civile AA 2017/18
- 12) Giuliano Bozza – Affidabilità dello strumento Equotip nella determinazione della durezza di superfici in crudite di acciaio al manganese. Laurea in Ingegneria Meccanica AA 2017/18

Attività didattica

2007-2008

Università degli Studi di Udine

Tutor del Corso "Laboratorio di Scienza e Tecnologia dei Materiali 1" - A.A. 2007/08 – Facoltà di Ingegneria – Corso di Laurea in Scienza dell'Architettura

2007-2008

Università degli Studi di Udine

Tutor del Corso "Laboratorio di Scienza e Tecnologia dei Materiali 2" - A.A. 2007/08 – Facoltà di Ingegneria – Corso di Laurea Magistrale in Scienza dell'Architettura

2014-oggi	Università degli Studi di Udine Lezioni in laboratorio per il corso del Prof. Maschio "Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramicci" (Ingegneria Meccanica)
2014-2016	Università degli Studi di Udine Lezioni in laboratorio per il corso del Prof. Maschio "Materiali da Costruzione" (Ingegneria Meccanica)
2017-2022	Università degli Studi di Udine Lezioni in laboratorio per il corso del prof. Maschio "Scienza e Tecnologia dei Materiali" (Ingegneria Civile)

Elenco pubblicazioni scientifiche

1. M. Vidoni, S. Bruckner, L. Fedrizzi, D. Minichelli, A. Bachiorrini, F. Andreatta, E. Aneggi, E. Furlani, S. Maschio, Produzione di ceramici monolitici da inerti di demolizione e altri rifiuti, *Ceramurgia+Ceramica Acta*, 37 (1) 25-31 (2007) ISSN 1970-0393
2. S. Comuzzo, D. Minichelli, S. Bruckner, F. Andreatta, L. Fedrizzi, E. Furlani, S. Maschio, Investigation of possible use of paper mill sludge and glass cullet in the tile industry, *Atti del Congresso Seriale (Valorizzazione e riciclo di rifiuti industriali) VARIREI 2007*, L'Aquila 27-29/06/2007
3. P. Porreca, E. Furlani, L. Fedrizzi, S. Bruckner, D. Minichelli, F. Tubaro, A. Bachiorrini, F. Andreatta, S. Maschio, Sintered ceramics from special waste incinerator ashes and steelmaking slag, *Industrial Ceramics*, 27 (3) 197-203 (2007) ISSN 1121-7588
4. P. Porreca, E. Furlani, L. Fedrizzi, S. Bruckner, D. Minichelli, F. Tubaro, A. Bachiorrini, F. Andreatta, S. Maschio, Utilizzo di scorie di acciaieria e di ceneri residue provenienti dall'incenerimento di rifiuti speciali per la produzione di materiali ceramici, *Ceramurgia+Ceramica Acta*, 37 (3) 167-173 (2007) ISSN 1970-0393
5. L. Asquini, E. Furlani, S. Bruckner, S. Maschio, Production and characterization of sintered ceramics from paper mill sludge and glass cullet, *Chemosphere*, 71 (2008) 83-89 ISSN 0045-6535
6. E. Furlani, S. Bruckner, D. Minichelli, S. Maschio, Synthesis and characterization of ceramics from coal fly ash and incinerated paper mill sludge, *Ceramic International*, 34 (2008) 2137-2142 ISSN 0272-8842
7. E. Furlani, E. Aneggi, S. Maschio, Production of 3Y-PSZ powders by co-precipitation and milling, *Advances in Science Technology*, 54 (2008) 50-55

8. E. Furlani, E. Aneggi, S. Maschio, Effects of milling on co-precipitated 3Y-PSZ powders, *Journal of the European Ceramics Society*, 29 (2009) 1641-1645 ISSN 0955-2219
9. E. Furlani, S. Maschio, G. Tonello, N. Faraone, E. Aneggi, D. Minichelli, L. Fedrizzi, A. Bachiorrini, S. Bruckner, Fast firing of tiles containing paper mill sludge, glass cullet and clay, *Waste Management*, 29 (2009) 2880-2885 ISSN 0956-053X
10. N. Faraone, G. Tonello, E. Furlani, S. Maschio, Steelmaking slag as aggregate for mortars: effects of particle dimension on compression strength, *Chemosphere*, 77 (2009) 1152-1156 ISSN 0045-6535
11. E. Lucchini, D. Minichelli, E. Furlani, G. Tonello, S. Bruckner, S. Maschio, Fast firing of glazed tiles containing paper mill sludge and glass cullet, *Atti del Congresso Qualicer 2010 – Castellon (Spain) – 15-16/02/2010*
12. G. Tonello, E. Furlani, E. Aneggi, D. Minichelli, E. Lucchini, S. Bruckner, S. Maschio, Influence of clayey material on the sintering behaviour of ceramics containing paper sludge and glass cullet, *Atti del Congresso Qualicer 2010 – Castellon (Spain) – 15-16/02/2010*
13. E. Furlani, G. Tonello, S. Maschio, Recycling of steel slag and glass cullet from energy saving lamps by fast firing production of ceramics, *Waste Management*, 30 (2010) 1714-1719 ISSN 0956-053X
14. G. Tonello, E. Furlani, D. Minichelli, S. Bruckner, S. Maschio, E. Lucchini, Fast firing of glazed tiles containing paper mill sludge and glass cullet, *Advances in Science and Technology*, 68 (2010) 108-113
15. E. Furlani, G. Tonello, S. Maschio, E. Aneggi, D. Minichelli, S. Bruckner, E. Lucchini, Sintering behaviour of ceramics containing paper sludge, glass cullet and different types of clayey materials, *Advances in Science Technology*, 68 (2010) 120-125
16. E. Furlani, G. Tonello, S. Maschio, Recycling of steel slag in mortar production: influence of superplasticizer additions, *Proceedings of CRETE 2010 – 2nd International Conference on Hazardous and Industrial Waste Management*
17. E. Furlani, G. Tonello, S. Maschio, E. Aneggi, D. Minichelli, S. Bruckner, E. Lucchini, "Sintering and characterisation of ceramics containing paper sludge, glass cullet and different types of clayey materials, *Ceramics International*, 37 (2011) 1293-1299 ISSN 0272-8842
18. S. Maschio, G. Tonello, L. Piani, E. Furlani, Fly and bottom ashes from biomass combustion as cement replacing components in mortars production: rheological behaviour of the pastes and materials compression strength, *Chemosphere*, 85 (2011) 666-671 ISSN 0045-6365

19. E. Furlani, G. Tonello, E. Aneggi, S. Maschio, Preparation and characterization of sintered ceramics made with spent foundry sand and clay, *Ceramics International*, 38 (2012) 2619-2625 ISSN 0272-8842
20. E. Furlani, G. Tonello, E. Aneggi, S. Maschio. Possible use of waste olivine powders from a foundry process into the ceramic industry: Sintering behaviour of olivine, kaolin and their blends. *Ceramics International* 39(2) (2013) 1257-1263 ISSN 0272-8842
21. E. Furlani, S. Maschio. Mechanical properties and microstructure of fast fired tiles made with blends of kaolin and olivine powders. *Ceramics International* 39(8) (2013) 9391-9396 ISSN 0272-8842
22. E. Furlani, S. Maschio, G. Tonello. Recycling glass cullet from waste CRTs for the production of high strength mortars. *The Open Waste Management Journal*, 2013 ID 102519, 8 pages ISSN 1876-4002
23. E. Furlani, E. Aneggi, C. de Leitenburg, S. Maschio. High energy ball milling of titania and titania-ceria powder mixtures. *Powder Technology* 254 (2014) 591-596 ISSN 0032-5910
24. E. Furlani, E. Aneggi, S. Maschio. Sintering behaviour of waste olivine and olivine/alumina blends. *Materials* 7 (2014) 4773-4788 ISSN 1996-1944
25. E. Furlani, E. Aneggi, C. de Leitenburg, A. Trovarelli, S. Maschio. Sintering behaviour of olivine-ceria blends. *Ceramics International* 41 (2015) 6293-6298
26. E. Furlani, S. Maschio. Steel scale waste as component in mortars production: an experimental study. *Case studies in construction materials* 4 (2016) 93-101
27. S. Shruti, F. Andreatta, E. Furlani, E. Marin, S. Maschio, L. Fedrizzi. Cerium, gallium and zinc containing mesoporous bioactive glass coating deposited on titanium alloy. *Applied Surface Science* 378 (2016) 216-223
28. E. Furlani and S. Maschio. Long term compression strength of mortars produced using coarse steel slag as aggregate. *Advances in Civil Engineering* 2016, ID 3431249, 7 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3431249>
29. E. Furlani, G. Tonello, S. Maschio. Recycling glass cullet from waste CRTs for the production of high strength mortars (Book chapter). *Waste Management and Valorization: Alternative Technologies* (2016) pp. 215-235
30. E. Furlani, E. Aneggi, L. Fedrizzi, F. Andreatta, M. Lekka, A. Lanzutti, S. Maschio. Production and compression strength of mortars containing unprocessed waste powdered steel slag. *Sustainability* 9(12)(2017) 2372-2382 doi: 10.3390/su9122372
31. E. Furlani, S. Maschio, M. Magnan, E. Aneggi, F. Andreatta, M. Lekka, A. Lanzutti, L. Fedrizzi. Synthesis and characterization of geopolymers containing blends of

unprocessed steel slag and metakaolin: The role of slag particle size. *Ceramics International* 44(2018) 5226-5232 doi:10.1016/j.ceramint.2017.12.131

32. E.Furlani and S. Maschio. Glazed tiles produced using paper sludge, glass cullet and a natural red clay: an experimental study. *International Journal of Environmental Studies* 75(6)(2018) 903-912 doi: 10.1080/00207233.2018.1470404 ISSN: 1029-0400
33. E. Furlani, M. Magnan, E. Mingone, M. Deison, E. Aneggi, F. Andreatta, L. Fedrizzi, S. Maschio. Waste olivine and silica sands boost geopolymers' performances: experimental investigation. *International Journal of Environmental Studies* 76(3) (2019) doi: 10.1080/00207233.2019.1585156 ISSN: 0020-7233
34. E.Furlani, E. Aneggi, A. Rondinella, M. Zanocco, L. Fedrizzi, S. Maschio. The role of the P/Si ratio on preparation and properties of phosphoric acid-metakaolin geopolymers. *Journal of Ceramic Science and Technology* 12 [1] (2021) 19-28 DOI: 10.4416/JCST2020-00022
35. E. Furlani, A. Rondinella, E. Aneggi, S. Maschio. Possible Recycling of End-of-Life Dolomite Refractories by the Production of Geopolymer-Based Composites: Experimental Investigation. *Journal of Sustainable Metallurgy* (2021) <https://doi.org/10.1007/s40831-021-00383-x>
36. A. Rondinella, E. Furlani, M. Magnan, F. Scagnetto, S. Driussi, E. Marin, S. Maschio. Synthesis, crystallographic characterization and mechanical behaviour of Alumina Chromia alloys. *Ceramics International*. (2021) <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.05.165>
37. M. Mainardis, S. Mulloni, A. Catenacci, M. Danielis, E. Furlani, S. Maschio, D. Goi. Sustainable alternatives for tertiary treatment of pulp and paper wastewater. *Sustainability* 14 (2022) 6047 <https://doi.org/10.3390/su14106047>
38. E. Furlani, A. Rondinella, E. Aneggi, S. Maschio. Preparation and Properties of Geopolymer Matrix Composites Containing Waste Olivine Sands from a Metallurgical Process. *Journal of Sustainable Metallurgy* (2022) <https://doi.org/10.1007/s40831-022-00557-1>
39. A. Rondinella, E. Furlani, L. Dell'Antone, E. Marin, F. Boschetto, F. Sordetti, A. Lanzutti, F. Andreatta, L. Fedrizzi, S. Maschio. Mechanical and antibacterial behavior of multilayered geopolymer coatings on Ti6Al4V alloys. *Journal of Material Science (Materials for Life Sciences)* (2022) <https://doi.org/10.1007/s10853-022-8>

Attività scientifica

La mia attività di ricerca si occupa prevalentemente dell’impiego di rifiuti industriali e civili come materia secondaria in aggiunta a materie prime tradizionali per produrre piastrelle, mattoni, cementi, calcestruzzi e geopolimeri.

I rifiuti, per poter essere impiegati, devono essere sottoposti a caratterizzazione chimica, cristallografica e morfologica, ovvero:

- analisi ai raggi X;
- analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM);
- misurazione della dimensione delle particelle mediante granulometro laser.

I materiali che vengono usati per produrre piastrelle devono subire i seguenti processi:

- affinamento e omogeneizzazione con le materie prime tradizionali mediante macinazione;
- formatura per pressatura uniaxiale dei compatti crudi;
- sinterizzazione.

Successivamente si procede alla caratterizzazione dei materiali prodotti.

Per ciò che riguarda la produzione di mattoni e piastrelle, i rifiuti e le materie prime tradizionali, pesati in quantità adeguate, devono essere omogeneizzati sia mediante attrition che ball milling in modo da essere trasformati in polveri utili per il successivo processo.

La macinazione deve essere ottimizzata per quanto riguarda i tempi, eseguendo diverse prove fino ad ottenere la granulometria voluta. Per ottenere materie prime adeguate è necessario selezionare le curve granulometriche che meglio si adattano all'applicazione finale.

Per simulare la produzione di mattoni e piastrelle, si deve eseguire la formatura mediante pressatura uniaxiale in modo da dare alle polveri la forma voluta ed una maneggiabilità sufficiente per i successivi trattamenti termici.

È necessario individuare la temperatura ottimale di sinterizzazione al fine di ottenere un materiale con bassa porosità residua e proprietà meccaniche tali da consentirne l'utilizzo. Questo aspetto viene messo a punto mediante analisi termica con dilatometro ed anche in forno a muffola.

Una volta individuata la temperatura ideale, i campioni in forma di cilindro o di parallelepipedo vengono sinterizzati. Si valuta se la temperatura è compatibile con quelle normalmente utilizzate nell'industria ceramica, in modo particolare per la produzione di prodotti da monocottura o da gres. In caso contrario, si ricorre a nuove formulazioni degli impasti.

Si misura il ritiro durante la sinterizzazione comparando le misure dei provini prima e dopo la cottura; si determina la densità reale con il metodo di Archimede e l'assorbimento percentuale d'acqua utilizzando la norma EN99.

Vengono valutate alcune proprietà meccaniche (resistenza a flessione, durezza e tenacità). Una volta compiute tali misurazioni, si valuta se queste sono in accordo con i requisiti minimi richiesti nella produzione industriale di ceramici.

Per quanto riguarda le piastrelle, viene misurato il coefficiente di espansione termica per verificare la possibilità dell'applicazione di uno smalto e/o dell'utilizzo del prodotto in esterni oppure solamente in interni.

Sui campioni sinterizzati viene eseguita l'analisi microstrutturale mediante microscopio elettronico a scansione per esaminare diversi aspetti legati alla composizione chimica (ossidi presenti, inclusioni, impurezze) ed alla microstruttura (tipo, dimensione della porosità residua e quantità di fase vettrosa) che possono essere determinanti per la qualità delle proprietà tecnologiche dei prodotti ottenuti.

Deve essere effettuata poi una successiva analisi diffrattometrica (XRD) per la valutazione delle fasi cristalline presenti.

Infine, si valuta la compatibilità ambientale. Per far questo è necessario riferirsi alle norme attualmente disponibili che impongono di mantenere i materiali in soluzioni ad acidità opportuna per un determinato tempo e successivamente di valutare la presenza di elementi nocivi nel liquido in cui il materiale è rimasto (eluizione).

Nei calcestruzzi, gli inerti (sabbia) vengono sostituiti con rifiuti da impianti industriali. Oltre a verificare la quantità opportuna di rifiuto da inserire nell'impasto, è necessario valutare l'ottimale rapporto acqua/cemento per ottenere un prodotto

soddisfacente dal punto di vista delle proprietà meccaniche. Vengono prodotti dei campioni a forma di parallelepipedo sui quali vengono eseguite prove di resistenza a flessione e compressione, dopo maturazione in acqua a 20 °C per 7 e 28 giorni e anche per tempi più lunghi (90, 180, 270, 360, 720 o 1100 giorni).

Per quanto riguarda il cemento si deve valutare se il rifiuto utilizzato possiede proprietà leganti, quindi si prova a miscelarlo con materiali tradizionali per la produzione di cementi cercando di ottenere un prodotto di qualità corrispondente agli standard. Nell'impossibilità di ciò, si procede miscelando le polveri con cementi commerciali, ottimizzando le quantità di rifiuto in modo da migliorare o almeno da non peggiorare le proprietà del materiale di riferimento. Una volta ottenute miscele idonee vengono prodotti campioni a forma di parallelepipedo sui quali sono effettuate prove di resistenza a compressione dopo maturazione in acqua a 20 °C per 7 e 28 giorni e anche per tempi più lunghi (90, 180, 270, 360, 720 o 1100 giorni).

Per la produzione di geopolimeri viene creato l'impasto di base mediante le opportune quantità di metacaolinite, silicato di sodio e soluzione di NaOH e poi aggiunto via via una quantità sempre crescente di rifiuto. Sono state testate diverse tipologie di rifiuto: scorie di acciaieria, fanghi di dragaggio non trattati, olivina con granulometria inferiore ad 1 mm, sabbia proveniente da una azienda che fabbrica fornì per la cottura di materiali ceramici. Dopo la solidificazione a temperatura ambiente, vengono lasciati in stufa a 70 °C per 24 ore. Sui manufatti così ottenuti vengono poi eseguite le prove di resistenza a compressione, l'analisi cristallografica ai raggi X, la misura dell'assorbimento d'acqua e l'analisi microstrutturale al SEM.

A differenza dei conglomerati cementizi, i geopolimeri hanno il vantaggio di richiedere un tempo molto minore per la solidificazione e, una volta che hanno fatto presa, non necessitano di ulteriori tempi di maturazione. D'altra parte, però, lavorare con soluzioni a pH molto basico richiede una grande accortezza perché si può incorrere in incidenti molto pericolosi. Stante questa problematica, sono stati realizzati geopolimeri acidi utilizzando metacaolinite e acido fosforico, che è un acido debole e quindi poco pericoloso per l'uomo, ma reagendo con le materie prime, riesce a dar luogo a materiali con buone prestazioni.

In generale, il riutilizzo di rifiuti industriali rappresenta un problema particolarmente sentito in questo periodo storico in quanto i Paesi Emergenti si possono permettere la produzione di materiali altamente competitivi e costringono i produttori nostrani a comprimere i costi di produzione eliminando o almeno minimizzando quelli passivi. Inoltre, nel caso delle scorie di acciaieria, la loro riqualificazione potrebbe rappresentare anche un beneficio ambientale in quanto si eviterebbe la loro sistemazione in discarica e quindi la possibile eluizione di sostanze potenzialmente nocive.

Altre esperienze

- 1996-1998 Beni Frazionali di Bressa di Campoformido (UD)**
Segretaria di Ente Pubblico
- 1997-2000 Cartolibreria Sigma – Basiliano (UD)**
Lavoratrice autonoma (commerciale)
- 2000-2002 Walterottica – Manzano (UD)**
Dipendente part-time

Altre conoscenze

- Programmi di Windows (Word, Excel, Powerpoint)
 - Navigazione Internet
 - Misure granulometriche su Dinamic Light Scattering e Particle Size Distribution Analyzer
 - Preparazione campioni per microscopia elettronica (taglio, inglobamento in resina e lucidatura)
 - Microscopia elettronica SEM e microanalisi EDXS
 - Analisi delle superfici GDOES
 - Utilizzo tribometro
 - Utilizzo di macchine servopneumatiche per prove di resistenza
 - Utilizzo di pressa idraulica per prove di resistenza su calcestruzzo
 - Disegno con Autocad 2D
 - Corso antincendio
 - Corso di primo soccorso
 - Corso di sicurezza sul lavoro
-

Lingue straniere

- Inglese livello B2

Acconsento al trattamento dei dati personali ai sensi dell'art.13, D.Lgs 196/2003

Ai sensi del D.P.R. 445/2000, si dichiara che le informazioni contenute nel presente curriculum corrispondono al vero

Filippo Fulassi

Udine, 06/02/2023