



CIRIAF

Centro Interuniversitario di Ricerca
sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA

PERUGIA
12|04|19

XIX

Congresso Nazionale CIRIAF

ENERGIA E SVILUPPO SOSTENIBILE

ATTI



Lectio Magistralis

SHUJI NAKAMURA

Premio Nobel per la fisica nel 2014



Università
degli Studi di Perugia

AULA MAGNA

Piazza Università, 1 - Perugia

Con il patrocinio di



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



Associazione
Italiana
di Illuminazione

Con il contributo di




F O N D A Z I O N E
CASSA RISPARMIO PERUGIA

CIRIAF - Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento e sull'Ambiente - "Mauro Felli"
Università degli Studi di Perugia

XIX CONGRESSO NAZIONALE CIRIAF - Energia e Sviluppo Sostenibile - Atti
Perugia, 12 aprile 2019, Università degli Studi di Perugia, Aula Magna

Perugia: Morlacchi Editore University Press, 2019.
ISBN 978-88-9392-113-8 (online)

Impaginazione e progetto grafico di copertina:
Roberto Fiorella (CIRIAF - Università degli Studi di Perugia)

 L'edizione digitale on-line del volume è pubblicata ad accesso aperto su www.morlacchilibri.com.
La presente opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>). La licenza permette di condividere l'opera, nella sua interezza o in parte, con qualsiasi mezzo e formato, e di modificarla per qualsiasi fine, anche commerciale, a condizione che ne sia menzionata la paternità in modo adeguato, sia indicato se sono state effettuate modifiche e sia fornito un link alla licenza.

© 2019 Morlacchi Editore University Press

Pubblicato da Morlacchi Editore University Press, Piazza Morlacchi 7/9, 06123 Perugia
www.morlacchilibri.com

Temi Congressuali

- 1) Efficienza Energetica
- 2) Fonti e Sistemi Energetici Rinnovabili ed Alternativi
- 3) Nuove sorgenti luminose a LED e relative applicazioni
- 4) Qualità dell'Ambiente Costruito e Inquinamento Indoor
- 5) Edilizia sostenibile e bioarchitettura
- 6) Conservazione delle Opere D'Arte
- 7) Bilanci e Certificazioni Ambientali
- 8) Impronta ambientale
- 9) Mobilità Sostenibile
- 10) Politiche Energetiche ed Ambientali
- 11) Green economy e sostenibilità economico-sociale
- 12) Effetti sanitari dell'esposizione all'inquinamento ambientale

Comitato Organizzatore

Franco Cotana - Presidente

Francesco Asdrubali - Vice Presidente

Pietro Buzzini

Federico Rossi

Elisa Moretti

Mirko Filipponi

Andrea Presciutti

Marco Barbanera

Emanuele Bonamente

Paolina Cerlini

Elisa Belloni

Cinzia Buratti

Andrea Nicolini

Benedetta Turchetti

Beatrice Castellani

Gianluca Cavalaglio

Anna Laura Pisello

Valentina Coccia

Michele Goretti

Segreteria Organizzativa

Ilaria Castellini

Roberto Fiorella

Luca Fondacci

Serena Gallicchio

Leandro Lunghi

Giovanni Magara

Fabio Meattelli

Maria Angela Polverini

Francesco Strangis

Indice

Introduzione p. IV

INTERVENTO DI APERTURA

Luce e luci nell'arte e nel restauro. p. VI

Marco Ciatti

LECTIO MAGISTRALIS

Invention of High Efficient blue LED and Future Solid State Lighting. p. VII

Shuji Nakamura

ARTICOLI SCIENTIFICI

New green paving systems for urban heat island and noise pollution mitigation. p. 1

Ioannis Kousis, Luca Ercolanoni, Claudia Fabiani, Anna Laura Pisello

Indoor microclimatic study for book heritage preservation in historic buildings by experimental and numerical analysis: the case study of the Mario Marte library, Perugia, Italy. p. 10

Elisa Moretti, Ettore Stamponi

A numerical model for the design of a climatic chamber for simulating moderate temperature and high humidity. p. 24

Paolo Valdiserri, Eugenia Rossi di Schio, Valda Rondelli, Enrico Capacci

Experimental Investigation of Solar Reflectance Directional Dependence of Retroreflective Materials. p. 32

Gabriele Battista, Roberto de Lieto Vollaro, Andrea Vallati

La manutenzione degli alvei fluviali per la prevenzione dei dissesti idrogeologici: quadro normativo, impatti socio-economici e ambientali, criticità e nuove opportunità per il territorio. p. 39

Alessandro Petrozzi, Serena Gallicchio, Luca Fondacci, Francesco Strangis, Mattia Gelosia

The human perspective of green buildings: sample composition for energy saving potential in office buildings. p. 46

Benedetta Pioppi, Chiara Crisanti, Cristina Piselli, Anna Laura Pisello

Esempio di BIM applicato ad un edificio storico ad elevate prestazioni energetiche. p. 55

Jessica Romanelli, Matteo di Grazia, Augusto Gavagni, Francesco Strangis, Anna Laura Pisello, Franco Cotana

- DATA DRIVEN DESIGN PER L'ARCHITETTURA IN LEGNO. Ricerche rappresentative di algoritmi evolutivi per l'ottimizzazione delle soluzioni multi-obiettivo.** p. 61
Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Giulia Pelliccia, Alessandro Buffi
- Diagnosi e monitoraggio della riqualificazione di edifici storici secondo i principi dell'ecosostenibilità: la Certosa di Calci.** p. 73
Fabio Fantozzi, Francesco Leccese, Giacomo Salvadori, Teresa Cervino
- Wearable sensing techniques for investigating historical urban heat islands perceived by pedestrians.** p. 86
Samuele D'Eramo, Ilaria Pigliautile, Cristina Piselli, Anna Laura Pisello
- An overview on experimental investigations for thermal characterization of building walls.** p. 95
Francesco Asdrubali, Luca Evangelisti, Claudia Guattari, Gino Moncada Lo Giudice
- Experimental analysis and optimization of outdoor curtain materials for solar protection as a solution for urban heat island mitigation and thermal comfort improvement.** p. 105
Marta Cardinali, Alberto Maria Gambelli, Cristina Piselli, Mirko Filipponi, Beatrice Castellani, Andrea Nicolini, Federico Rossi
- Development of a New Hydrothermal Carbonization Reactor with Renewable Energy Supply for Olive Pomace Treatment.** p. 117
Francesco Micali, Barbara Mendecka, Lidia Lombardi, Arturo de Risi
- Exergetic and environmental performance evaluations of a solar assisted adsorption chiller with thermal storage.** p. 123
Barbara Mendecka, Gino Bella, Raffaello Cozzolino
- Energy optimization of public lighting systems. Assessment of the effects obtainable at urban scale.** p. 131
Tullio de Rubeis, Dario Ambrosini, Domenica Paoletti
- Carbohydrates recovery from cardoon pretreated by acid-catalyzed steam explosion and enzymatic hydrolysis.** p. 143
Alessandro Bertini, Mattia Gelosia, Gianluca Cavalaglio, Marco Barbanera, Tommaso Giannoni, Giorgia Tasselli, Andrea Nicolini, Franco Cotana
- Effetti della mitigazione ambientale sull'efficienza dell'impianto termico.** p. 154
Matteo Di Grazia, Cristina Piselli, Anna Laura Pisello

- Architettura effimera per la ricostruzione. ANASTILOSIS (Con)temporanea.** p. 162
Maria Federica Ottone, Enrica Petrucci, Dajla Riera
- Prodotti a basse emissioni di carbonio:
potenzialità e limiti della manifattura della regione Lazio.** p. 173
Federico Orsini, Paola Marrone
- Temperature estreme ed inquinamento atmosferico: l'area urbana di Roma.** p. 187
Donatella Occhiuto, Silvia Barberini
- Esposizione ad amianto: Innovativi approcci multimetodici per decifrare i meccanismi di azione patogenetici.** p. 200
Paola Comodi, Patrizia Garofani, Valentina Dottorini, Luca Bartolucci, Umberto Susta, Azzurra Zucchini
- Biomass vs coal ashes: resource or environmental issue?** p. 210
Paola Comodi, Gianluca Cavalaglio, Andrea Nicolini, Costanza Cambi, Manuela Cecconi, Francesco Frondini, Azzurra Zucchini, Umberto Susta, Franco Cotana
- Couette Vortex Formation and Topology in a Duct with an Embedded Cavity: A Possible Application in Flow Structures of Natural Systems.** p. 222
Eugenia Rossi di Schio, Cesare Biserni, Andrea Natale Impiombato

Perugia, 12 aprile 2019, Università degli Studi di Perugia, Aula Magna

XIX Congresso Nazionale CIRIAF

Energia e Sviluppo Sostenibile

ARTICOLI SCIENTIFICI

XIX Congresso Nazionale CIRIAF

Energia e Sviluppo Sostenibile

Introduzione

Il Congresso Nazionale CIRIAF 2019 “ENERGIA E SVILUPPO SOSTENIBILE”, giunto alla XIX edizione, si è svolto il giorno 12 aprile 2019 nella prestigiosa sede dell’Aula Magna dell’Università degli Studi di Perugia.

Il CIRIAF (Centro Interuniversitario di Ricerca sull’Inquinamento e sull’Ambiente “Mauro Felli”), a cui afferiscono oltre 100 docenti universitari di 14 diversi Atenei, promuove da anni attività di ricerca interdisciplinare sui temi dell’inquinamento ambientale, dello sviluppo sostenibile, delle fonti energetiche rinnovabili e alternative, della pianificazione energetica, della mobilità sostenibile, degli effetti sanitari e socio-economici dell’inquinamento ambientale.

Il Congresso Nazionale CIRIAF 2019, giunto alla diciannovesima edizione e diventato nel tempo un importante appuntamento per studiosi ed esperti non solo del mondo della ricerca, è stato caratterizzato da due momenti significativi:

- la mattina, una Sessione Plenaria durante la quale è stato conferito il Dottorato di ricerca Honoris Causa in “Energia e Sviluppo Sostenibile” a Shuji Nakamura, Premio Nobel per la fisica nel 2014 per l’invenzione del LED Blu nel 1991, che ha permesso la realizzazione delle lampade a LED bianche con la conseguente possibilità di applicare la tecnologia a LED all’illuminazione su vasta scala. L’invenzione di Nakamura costituisce uno spartiacque nel modo di produrre ed utilizzare la luce artificiale, per la straordinaria versatilità di costruire sorgenti di luce colorate con altissima efficienza energetica e con una elevatissima durata e sarà pertanto un onore ospitarlo nell’ambito del 19° Congresso CIRIAF;
- il pomeriggio, una Tavola Rotonda sul tema di grande attualità “Trasferimento tecnologico e nuove prospettive per i PhD - Manager della ricerca e della didattica”, con il contributo di esperti italiani e comunitari.

Si è tenuta anche una Sessione Poster sui temi che tradizionalmente hanno caratterizzato il Congresso CIRIAF, che ha rappresentato per i diversi gruppi di ricerca degli Atenei afferenti al CIRIAF - e non solo - un’importante occasione per comunicare le ricerche in atto e stabilire contatti per possibili collaborazioni

I Temi Congressuali, nell’ambito dei quali sono pervenuti 35 abstract e 23 full papers da parte di gruppi di ricerca afferenti a numerosi atenei, riguardano l’efficienza energetica, le fonti e i sistemi energetici rinnovabili ed alternativi, le nuove sorgenti luminose a LED e relative applicazioni, la qualità dell’ambiente costruito e l’inquinamento indoor, l’edilizia sostenibile e bioarchitettura, la conservazione delle opere d’arte, la green economy e la sostenibilità economico-sociale.

Come di consueto, nell'ambito del Congresso è stato inoltre assegnato il Premio "Mauro Felli", istituito per onorare la memoria del fondatore e primo Direttore del CIRIAF. Al fine di incoraggiare le giovani generazioni e sensibilizzarle sulle tematiche della sostenibilità, il Premio "Mauro Felli" 2019 è stato destinato a giovani studenti di Scuola Media superiore, che abbiano prodotto un elaborato (singolarmente o in gruppo) su una delle tematiche congressuali.

Il Presidente del Comitato Scientifico

Prof. Gino Moncada Lo Giudice

Il Presidente del Comitato Organizzatore

Prof. Franco Cotana

Il Vice Presidente del Comitato Organizzatore

Prof. Francesco Asdrubali

Il Direttore del CIRIAF

Prof. Pietro Buzzini

XIX Congresso Nazionale CIRIAF

Energia e Sviluppo Sostenibile

Prodotti a basse emissioni di carbonio: potenzialità e limiti della manifattura della regione Lazio.

Federico Orsini ^{1,*}, Paola Marrone¹

¹ Università degli Studi di Roma TRE, Dipartimento di Architettura, Via della Madonna dei Monti 40, Rome (IT)

* Author to whom correspondence should be addressed. E-Mail: federico.orsini@uniroma3.it

Abstract: Il settore manifatturiero è uno dei principali responsabili per le emissioni nell'atmosfera di Gas Serra e per questa ragione gioca un ruolo fondamentale nella lotta al cambiamento climatico. Appare evidente come proprio il settore produttivo possa attraverso l'adozione di specifiche azioni ridurre l'emissione dei gas serra e contribuire al raggiungimento degli obiettivi previsti dall'Accordo di Parigi e da quanto indicato dall'ultimo report dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2018)*. Nonostante gli incentivi e le attuali normative, la transizione verso la *circular economy* appare ancora lenta e difficile.

Il presente lavoro si inserisce all'intero di questo quadro e, in particolare, quello dell'industria dei prodotti per l'edilizia della regione Lazio. Dallo studio, condotto analizzando i processi produttivi di alcune aziende situate nella regione Lazio rispetto a processi basati sui principi della *circular economy*, emerge come, nonostante alcune interessanti esperienze, i modelli maggiormente diffusi siano ancora fortemente legati a modelli produttivi tradizionali e ad alte emissioni di carbonio.

Keywords: *Low carbon*, Manifattura, Prodotti per l'edilizia, Economica circolare, Regione Lazio.

1. Introduzione

Il settore manifatturiero è uno dei principali responsabili per le emissioni nell'atmosfera di Gas Serra (GS) e l'industria del cemento e dell'acciaio, in particolare, da sole, contribuiscono per il 10-12% delle emissioni globali in Europa [1]. Ridurre le emissioni di GS significa ridurre gli effetti devastanti dei cambiamenti climatici secondo le priorità stabilite dai più recenti accordi [2] e report internazionali [3].

All'intero di questo quadro, l'industria delle costruzioni può giocare un ruolo fondamentale attraverso un radicale ripensamento dei processi produttivi avviando la transizione verso l'Economia Circolare (CE) [4] [5] [6] [7].

Al fine di favorire questa transizione, specifiche normative tecniche sono state adottate prima a livello internazionale [8], poi a livello nazionale [9], con l'obiettivo di favorire l'adozione di prodotti a basse emissioni di carbonio, incentivando il passaggio da un'economia tradizionale ad un'economia "green" e circolare. Nonostante interessanti esempi innovativi [10], l'industria manifatturiera, tuttavia, appare essere ancora troppo legata a modelli produttivi tradizionali, energivori e ad alte emissioni di GS.

Il presente lavoro analizza debolezze e potenzialità del settore manifatturiero relativamente a materiali e prodotti per l'edilizia, focalizzando la propria attenzione sul panorama della regione Lazio.

La prima sezione di questo lavoro introduce il problema e codifica l'ambito di ricerca; la seconda sezione presenta la metodologia adottata per svilupparlo; la terza sezione ne descrive i risultati, li discute nella quarta e, infine, nella quinta presenta le osservazioni conclusive.

2. Obiettivi e Metodologia

Il lavoro analizza le capacità dell'industria manifatturiera della regione Lazio di realizzare materiali a basse emissioni di carbonio. Tale analisi, condotta limitatamente ai prodotti per l'edilizia, mira a definire uno stato dell'arte del panorama industriale regionale, individuandone debolezze e potenzialità.

Per raggiungere questo obiettivo il lavoro è stato articolato in diverse azioni di ricerca, tra di loro interconnesse.

La prima azione, condotta attraverso una approfondita *literature review*, ha permesso di individuare strategie innovative per la produzione di materiali per l'edilizia a basse emissioni di carbonio, codificando 7 strategie, definite in questa sede come Approcci a Basse Emissioni di Carbonio (ABEC).

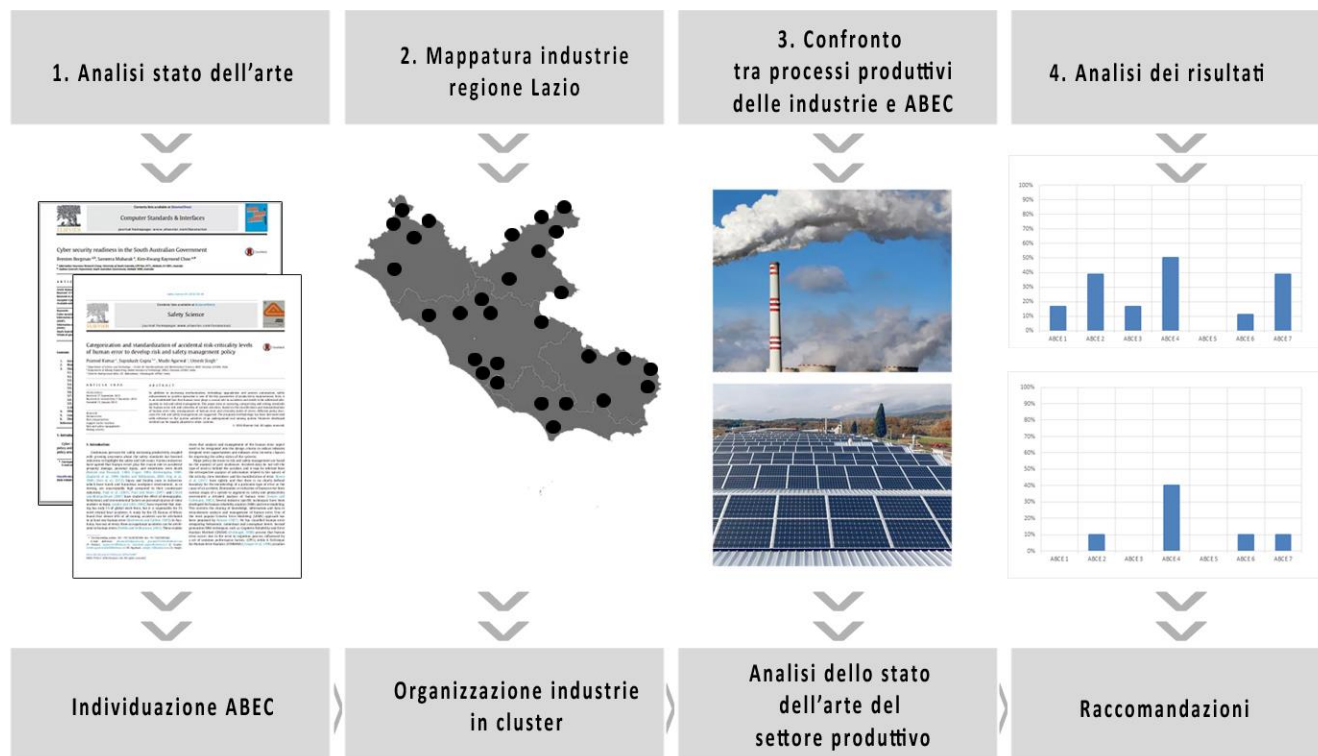
Sulla base di questo quadro, oggetto di una pubblicazione indipendente, è stata impostata la seconda azione con l'obiettivo di analizzare i limiti e potenzialità del settore manifatturiero della regione Lazio. In particolare, questa seconda azione è stata sviluppata, prima attraverso un'analisi di mercato che ha portato all'individuazione di un ampio campione di industrie manifatturiere laziali, clusterizzate per tipologia di prodotto, poi comparando i processi produttivi delle aziende individuate rispetto agli approcci innovativi ritrovati in letteratura.

La terza azione della ricerca ha messo a sistema i risultati. Il confronto tra i processi produttivi reali delle singole aziende e gli Approcci a Basse Emissioni di Carbonio, individuati nella letteratura scientifica (ABEC), ha permesso di definire possibili raccomandazioni per le aziende laziali, ossia azioni da implementare nei tradizionali processi produttivi, al fine di avvicinarsi ai principi dell'economia circolare e favorire l'incremento della sostenibilità ambientale.

La ricerca è stata rivolta, in particolare, a quei settori produttivi che sono rappresentati da un più ampio campione di aziende produttrici, quali ad esempio i settori dei manufatti in cemento ed i manufatti in cotto. L'indagine sui processi produttivi è stata sviluppata analizzando prima l'intero campione delle aziende individuate nella regione Lazio per avere un quadro complessivo, poi i singoli cluster produttivi, analizzando quindi il comportamento di aziende che producono la stessa tipologia di prodotto. I principali cluster individuati sono quelli dei manufatti in cemento, dei manufatti in

laterizio, degli isolanti e dei manufatti in gres/ceramica. Aziende che producono prodotti che non rientrano all'interno di questi cluster sono state raggruppate in una categoria generica.

Figura 1. l'immagine descrive la metodologia adottata.



3. Risultati

3.1. Strategie innovative per la produzione di materiali per l'edilizia a basse emissioni di carbonio

L'attività di revisione della letteratura ha identificato diverse strategie per l'implementazione di materiali a basso contenuto di carbonio, originariamente classificati all'intero di questa ricerca con 7 approcci, denominati Approcci a Basse Emissioni di Carbonio (ABEC):

- **ABEC 1 – Utilizzo di materiali alternativi.**
Tale approccio mira a minimizzare l'utilizzo di materiali ad alto consumo di energia, sostituendoli con materiali più sostenibili e introducendo nel mix altri materiali naturali riducendo l'utilizzo di materie prime.
- **ABEC 2 – Utilizzo di materiali di riuso – riciclo – scarti.**
Tale approccio introduce nel processo produttivo scarti dei processi industriali e di cava o materiali legati ai processi di demolizione, che possono essere riciclati.
- **ABEC 3 – Utilizzo di materiali naturali.**
Tale approccio si basa sull'utilizzo di materiali naturali, quali il legno, la terra, la canapa. L'utilizzo di tali materiali riduce fortemente le emissioni di GHG per via della loro bassa impronta ambientale e per l'assenza di processi di cottura.

- **ABEC 4 – Utilizzo di materiali locali.**

Tale approccio può essere applicato decentralizzando la produzione direttamente sul luogo del cantiere, utilizzando risorse e capacità locali; minimizzando i trasporti e massimizzare l'utilizzo di materiali e risorse locali.

- **ABEC 5 – Innovazione del processo produttivo.**

Tale approccio si basa sulla riduzione del consumo di energia nei processi produttivi, recuperando il calore prodotto per reimmetterlo nel ciclo produttivo e sulla riduzione delle emissioni tramite appositi dispositivi CCU e CCS.

- **ABEC 6 – Utilizzo fonti rinnovabili.**

Tale approccio mira ad introdurre nel processo produttivo fonti di energia rinnovabili, riducendo le emissioni da combustioni di prodotti fossili.

- **ABEC 7 – Incremento delle performance.**

Tale approccio si basa sull'incremento delle performance dei materiali e sulla ottimizzazione della progettazione. Materiali più performanti e progettazione ottimale permettono di usare una minor quantità di risorse, riducendo quindi le emissioni.

Figura 2. L'immagine mostra i 7 ABEC individuati dalla *literaure review*:

- 1- Utilizzo di materiali alternativi; 2 - Utilizzo di materiali di riuso - riciclo - scarti;
 3 - Utilizzo di materiali naturali; 4 - Utilizzo di materiali locali;
 5 - Innovazione del processo produttivo; 6 - Utilizzo fonti rinnovabili
 7 - Incremento delle performance.



3.2 Aziende del settore manifatturiero della regione Lazio: mappatura e interviste

A livello globale, il settore dell'edilizia rappresenta un importante motore di ricchezza, producendo, oggi, circa oltre il 12,5% del PIL e occupando oltre il 7,5% di lavoratori, e producendo in futuro oltre il 15% del PIL e occupando circa l'8,5% del totale della forza lavoro [11]. Anche in Italia, il settore edile rappresenta un importante fattore economico, diventando spesso elemento di traino per la ripresa economica [12]. Per quanto concerne la regione Lazio, nonostante la forte crisi iniziata nel 2008, il settore edile produce ancora oltre il 5% del PIL totale della regione, con più di 72.000 imprese attive [13], divise tra imprese di costruzione e imprese manifatturiere, con oltre 126 mila addetti, pari al 15% dell'universo imprenditoriale e circa il 5% dell'occupazione totale nella regione [14].

All'intero di questo settore, e limitatamente alla regione Lazio, la ricerca ha individuato un ampio campione di industrie manifatturiere legate alla produzione di prodotti per l'edilizia, attraverso un'analisi di mercato, condotta consultando:

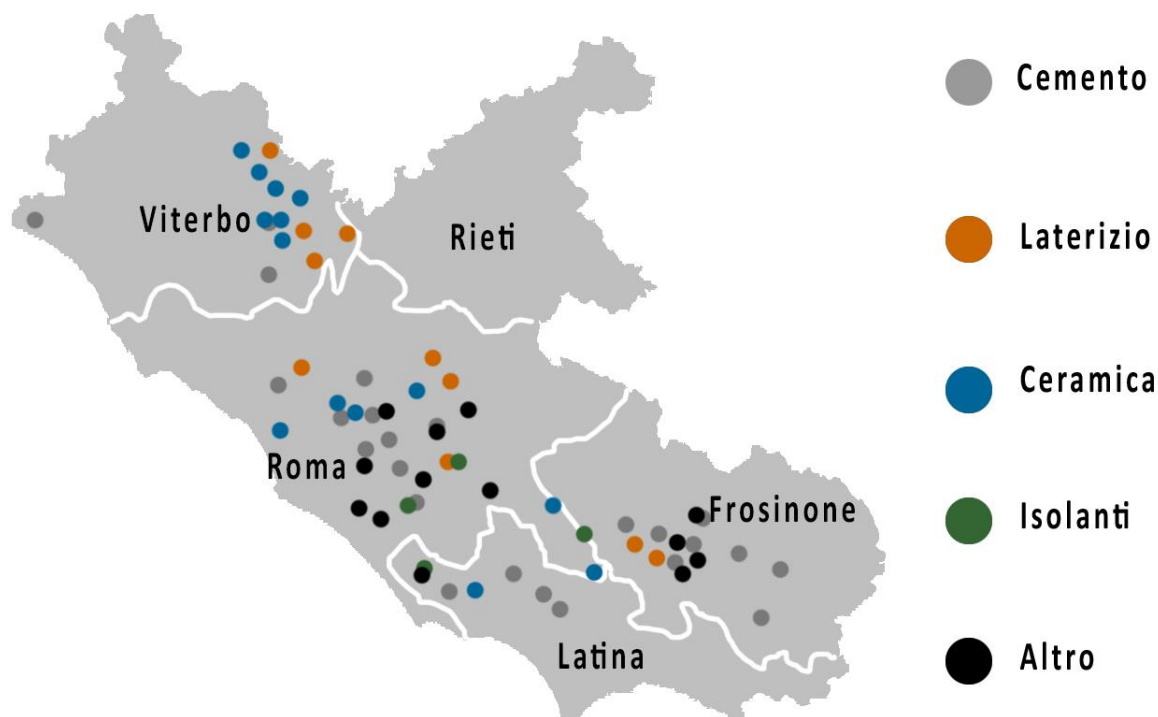
- motori di ricerca sul web;
- siti specifici quali Pagine Gialle e Pagine Bianche;
- pagine web specifiche e database di imprese ¹;
- report della Regione Lazio;
- associazioni di categoria;
- esiti di bandi della Regione Lazio per l'innovazione delle imprese.

Sulla base dei dati acquisti è stato possibile definire un primo insieme di aziende campione. Per ogni azienda è stato poi consultato il sito web per analizzare i manufatti per l'edilizia prodotti. Sulla base di questa analisi è stato possibile classificare e raggruppare tutte le aziende in categorie omogenee, in base alla tipologia di prodotto prevalente.

Tabella 1. La tabella indica le aziende individuate e mappate nel territorio della regione Lazio e quelle che hanno deciso di partecipare alla ricerca e quindi sottoposte al questionario

Aziende oggetto della ricerca	Aziende individuate	Aziende intervistate
Totale aziende	67	30
Prodotti a base di cemento	25	18
Laterizio e cotto in generale	9	7
Manufatti in ceramica	11	4
Isolanti	5	0
Altri prodotti	17	1

¹ Sono stati consultati siti come www.reportaziende.it/lazio, www.mailtodo.it/regioni-italia/database-azende-lazio/, www.it.kompass.com/r/lazio/it_22.

Figura 3. L'immagine indica la distribuzione geografica delle aziende individuate.

L'analisi del comportamento di ogni azienda rispetto agli Approcci a Basse Emissioni di Carbonio è stato sviluppato attraverso un'intervista, condotta telefonicamente o, in alcuni casi, tramite sopralluogo e colloquio diretto con il responsabile dell'azienda. L'intervista è stata costruita in maniera tale da indagare il processo produttivo dell'azienda, valutando l'applicazione di uno o più ABEC. La tabella 2 mostra la struttura dell'intervista, che riporta molteplici domande organizzate secondo i ABEC individuati. La tabella 3 riporta lo schema utilizzato per sistematizzare le risposte nel data base.

Tabella 2. La tabella riporta la struttura dell'intervista, gli obiettivi e le domande che sono state effettuate alle aziende. La struttura aperta delle domande ha permesso di raccogliere ulteriori informazioni riguardo ai processi produttivi.

Ambiti delle domande	Obiettivo della domanda ed eventuale formulazione
1. Presentazione e descrizione degli obiettivi della ricerca.	Esplicitare all'interlocutore l'obiettivo del lavoro al fine di individuare all'interno dell'azienda la persona di referenza competente.
2. Descrizione della ricerca alla persona referente dell'azienda del processo produttivo.	Esplicitare all'interlocutore l'obiettivo della ricerca al fine di comprendere l'interesse e lo stato generale dell'azienda rispetto alle tematiche legate all'economia circolare.

3. Domande specifiche relative al processo produttivo.	Individuare i processi produttivi adottati dall'azienda e verificare l'applicazione di uno o più ABEC. Le domande sono state così impostate:											
1	Può descriverci il processo produttivo adottato dalla vostra azienda?											
2	Se sono previsti, che tipologia di leganti utilizzate?											
3	Come leganti, utilizzate solo il cemento portland o anche leganti "alternativi", quali magnesio, <i>fly ash</i> , ecc. ?											
4	Che tipologia di materia prima viene utilizzata nei vostri prodotti?											
5	Utilizzate solamente materie prime o anche materie prime seconde, quali ad esempio inerti provenienti da demolizione, scarti di produzione, materiali riciclati, ecc.?											
6	Utilizzate materiali naturali di origine vegetale per la realizzazione dei vostri prodotti, quali ad esempio canapa, polvere di riso, legno, ecc.?											
7	Per quanto riguarda le materie prime, ci può descrivere la distanza rispetto allo stabilimento produttivo delle materie che utilizzate nel vostro processo produttivo?											
8	Avete processi di cottura? Se si, utilizzate filtri specifici per le emissioni di CO2, quali i sistemi CCS e CCU?											
9	Quale tipologia di fonte energetica viene utilizzata per i processi produttivi?											
10	Implementate sistemi di produzione di energia rinnovabile o usate solo energia di rete? Nel caso utilizzate energia di rete, il vostro gestore produce tramite sistemi rinnovabili?											
11	Sviluppate ricerca per incrementare le performance dei vostri manufatti al fine di ridurre le quantità di materia prima utilizzata?											
12	Adottate altre strategie per la riduzione dei consumi e delle emissioni di CO2?											

Tabella 3. La tabella riporta a titolo esemplificativo la struttura del data base costruito con le risposte ottenute dalle interviste. Il codice 0-1 indica la risposta positiva. La lettera D, indica una risposta descrittiva.

Azienda	Domande												NOTE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
....
Nome Azienda	D	D	0/1	D	0/1	0/1	D	0/1	D	0/1	0/1	D	Note rispetto alle singole risposte	
....	

3.3 I cluster produttivi e l'applicazione degli ABEC

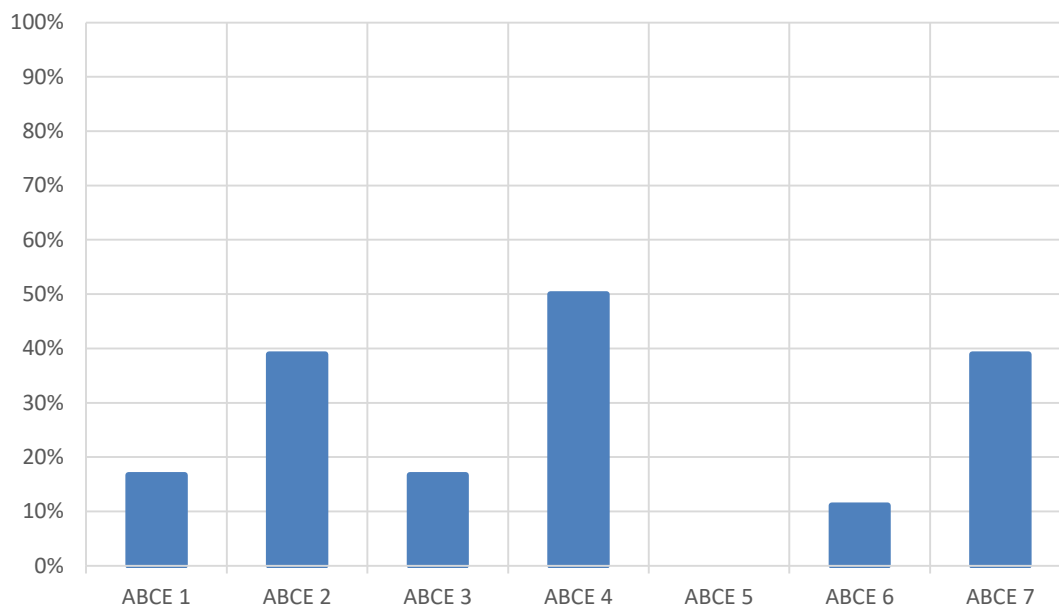
L'analisi di mercato ha individuato 67 aziende produttrici di prodotti per l'edilizia. Le aziende sono state raggruppate in cluster produttivi omogeni più o meno numerosi. Come riportato dalla tabella 1, le imprese individuate sono principalmente legate alla produzione di manufatti in cemento, in laterizio ed in ceramica. Le aziende appaio abbastanza distribuite nel territorio, eccezione fatta per la provincia di Rieti. Del totale del campione delle aziende individuate, circa il 50% ha risposto al questionario, descrivendo il processo produttivo rispetto agli ABEC.

3.3.1 Cluster dei manufatti a base di cemento

Per quanto riguarda il settore dei manufatti a base di cemento i risultati dello studio evidenziano come la maggior parte delle aziende sia ancora legata ad un sistema produttivo tradizionale (Figura 4). In generale tale processo è caratterizzato dall'utilizzo prevalente di cemento Portland (83%) e di materie prime provenienti da cava (oltre il 60%). Per quanto concerne l'utilizzo di materie prime seconde, alcune aziende hanno provato ad utilizzarle, scartando poi tale approccio per la bassa qualità del prodotto finale. Tra queste, un'azienda ha ancora in corso la fase di ricerca e sviluppo. Più diffuso (40%) è, invece, l'utilizzo di materia prima seconda proveniente dagli scarti dei propri processi produttivi. Sebbene tale pratica sia virtuosa, in termini effettivi è di ridotto impatto, considerato la bassa percentuale di scarti interni.

Per quanto riguarda la distanza tra materia prima e stabilimento produttivo, tutte le aziende utilizzano materia prima tendenzialmente locale, con distanze massime inferiori ai 100 Km e tendenzialmente comprese tra i 30 e i 60 Km. Per quanto concerne gli aspetti legati al processo produttivo, i manufatti a base di cemento non prevedono cottura, tranne alcuni rari casi nei quali alcune aziende prevedono una fase di maturazione accelerata tramite stagionatura a basse temperature (36°C). L'assenza di processi di cottura riduce le emissioni di GHG ed elimina la necessità di adottare appositi filtri. Anche se il dispendio di energia legato al processo di produzione dei manufatti in CA è inferiore ad altri processi dove è prevista la cottura (laterizio o ceramiche ad esempio), la maggior parte delle aziende non ha investito in energie rinnovabili e utilizza conseguentemente solo energia proveniente dalla rete nazionale (89%).

All'intero di questo quadro tendenzialmente poco attento alla riduzione delle emissioni di GHG, si possono trovare comunque alcune realtà imprenditoriali che stanno avviando processi di innovazione e trasformazione, in collaborazione con centri di ricerca o giovani start up. In particolare, è emerso come i principali ambiti di interesse riguardino l'utilizzo di materie prime seconde e di materiali naturali, quali la canapa, o legati con ridotte emissioni, quali la calce.

Figura 4. Analisi delle imprese laziali del settore del cemento e applicazione ABCE

3.3.2 Settore del laterizio

Per quanto riguarda il settore del laterizio è necessario evidenziare un dato iniziale, che influenza in parte la lettura complessiva dei risultati dell'indagine. Tra le aziende produttrici individuate nella regione Lazio, circa il 50% produce cotto tradizionale. La lavorazione di questo prodotto viene eseguita secondo processi tradizionali caratterizzati dalla lavorazione a mano e dall'utilizzo del legno come fonte di energia per la produzione del calore necessario alla cottura del prodotto. La volontà di mantenere vivo questo processo e collocare un prodotto sul mercato "fedele alla tradizione" trova la sua giustificazione economica nella applicabilità di tale prodotto, oltre che per nuove edificazioni, anche per interventi sull'edilizia storica, di cui è ricca il territorio laziale. La scelta di produrre un mattone tradizionale impone a queste aziende di rinunciare ad alcune delle possibilità di sviluppo offerte dall'innovazione tecnologica.

Va anche precisato però che, al fine di rendere il prodotto più sostenibile e di ridurre le emissioni di GHG, alcune imprese adottano particolari approcci alternativi. Tra questi risultano di particolare interesse:

- lo sfruttamento dell'acqua meteorica per favorire i primi processi di stagionatura e maturazione dell'argilla;
- il recupero di sfridi e materiale incoerente, prodotti durante il processo di lavorazione, al fine di realizzare altri prodotti, quali ad esempio il cocciopesto;
- il recupero delle acque piovane in grandi bacini ricavati da cave esauste e il loro riutilizzo durante i processi produttivi;
- l'utilizzo di legna proveniente da vicini boschi appositamente gestiti;
- lo sfruttamento della ventilazione naturale appositamente progettata per favorire l'essiccamento del laterizio;

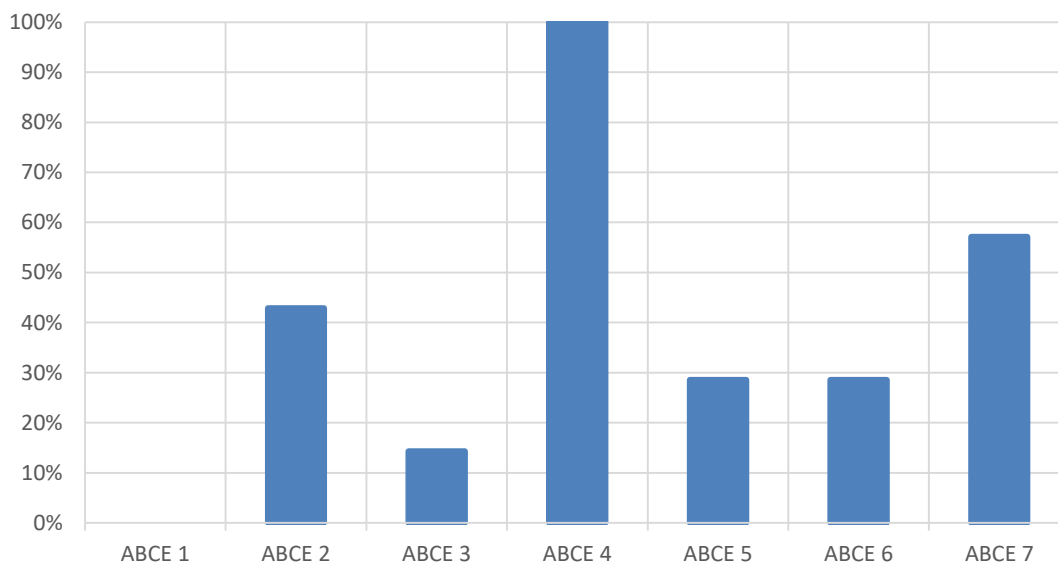
- infine, l'impatto in termini ambientali di tali aziende, anche se numerose, è però limitato dal fatto che la quantità di prodotto tradizionale immesso annualmente nel mercato è mediamente inferiore a quello delle fornaci industriali.

Alla luce di queste considerazioni introduttive, è possibile evidenziare comunque come, anche per il settore del laterizio, la maggior parte delle aziende sia ancora legata ad un sistema produttivo tradizionale (Figura 5).

In generale tale processo è caratterizzato dall'utilizzo di argilla naturale proveniente da cave limitrofe agli stabilimenti (100%). Oltre all'argilla alcune aziende utilizzano anche sabbia pozzolana e segatura di tufo (in quantità del 10% massimo). Raramente, le aziende intervistate utilizzano materia prima seconda proveniente da riciclo esterno mentre è più diffuso l'utilizzo dagli scarti di produzione interna (40%). Come per il settore del cemento, anche in questo caso, sebbene la pratica sia virtuosa incide poco in termini di volumi di materia riciclata. In alcuni casi, inoltre, è emerso come la scelta di non utilizzare prodotti alternativi, quali ad esempio le *fly ash* provenienti da combustione di rifiuti urbani, sia legata proprio al particolare processo di lavorazione a mano e permetta di evitare il contatto tra operatore e polveri sottili.

Per quanto concerne gli aspetti legati al processo produttivo, i laterizi prevedono una fase di cottura ad alte temperature, realizzata nelle grandi fornaci con gas metano, mentre nelle aziende a processo tradizionale con legna. L'analisi evidenzia come l'adozione di filtri speciali non sia particolarmente diffusa (30%), sono poco diffuso è l'utilizzo di fonti rinnovabili (30%).

Figura 5. Analisi delle imprese laziali del settore del laterizio e applicazione ABCE



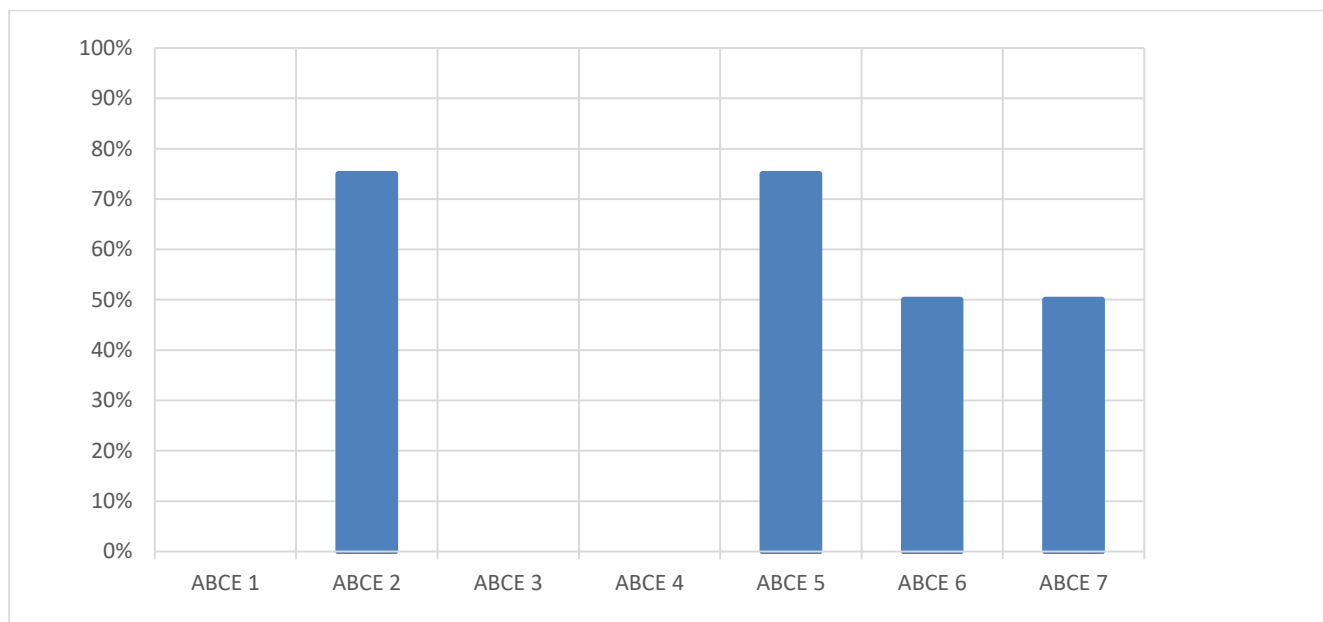
3.3.3 Settore della ceramica

Per quanto riguarda il settore della ceramica, i risultati dello studio evidenziano una tendenza positiva che vede diverse aziende implementare strategie ABEC all'interno del processo produttivo (Figura 6). Tale dato trova conferma nella recente call della regione Lazio sull'economia circolare, alla quale hanno partecipato, con progetti che andavano dall'utilizzo di materie prime seconde all'implementazione di fonti rinnovabili, numerose aziende produttrici di ceramica.

In particolare, lo studio evidenzia come diverse aziende utilizzino nell'impasto materia prima proveniente da cave e materia prima seconda (70%). Per quanto concerne gli aspetti legati al processo produttivo, la ceramica prevede una fase di cottura ad alte temperature. L'analisi evidenzia come l'adozione di filtri sia diffusa (70%) mentre meno diffuso sia l'utilizzo di fonti rinnovabili (50%).

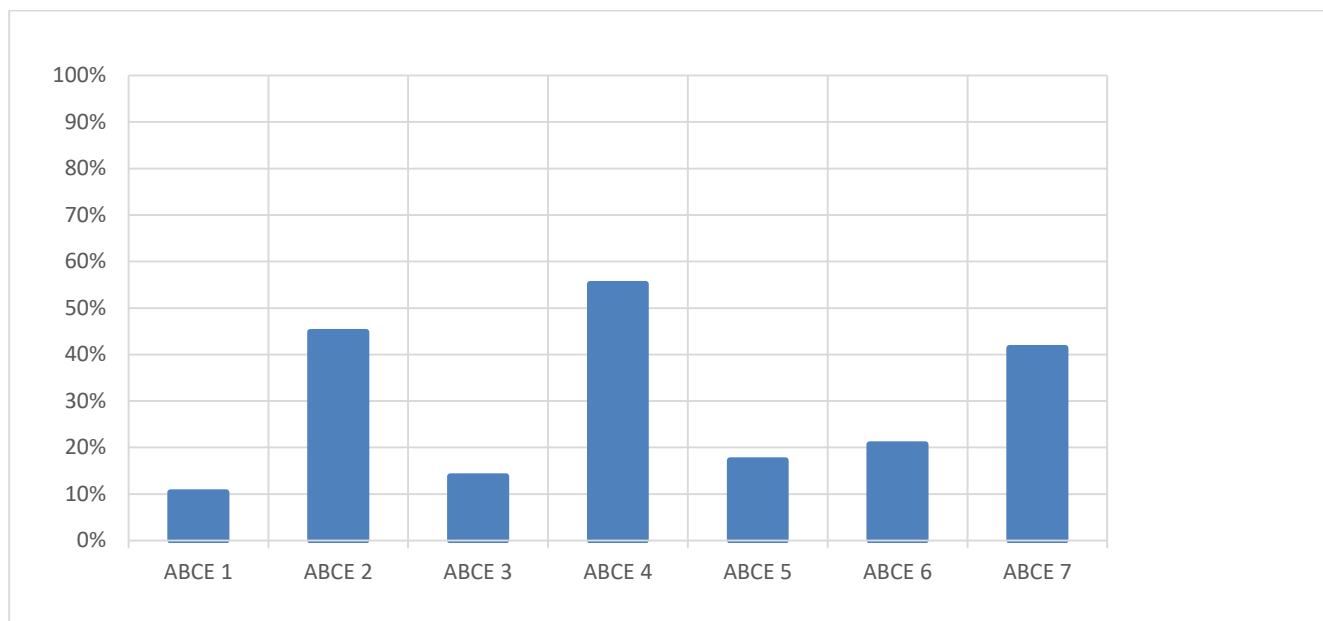
All'intero di questo quadro, si possono sottolineare comunque quelle realtà imprenditoriali che stanno avviando processi di innovazione e trasformazione anche tramite finanziamenti pubblici, in collaborazione con centri di ricerca o giovani start up. In particolare, è emerso come i principali ambiti di interesse siano l'utilizzo di materie prime seconde o l'utilizzo di fonti rinnovabili.

Figura 6. Analisi delle imprese laziali del settore della ceramica e applicazione ABEC



4. Limiti e potenzialità del settore manifatturiero della regione Lazio

La ricerca ha confrontato i processi produttivi di alcune aziende manifatturiere della regione Lazio con processi virtuosi codificati nella letteratura scientifica di settore. L'analisi ha evidenziato come in generale il settore produttivo sia ancora fortemente legato ad un sistema produttivo tradizionale e poco propenso ad implementare i nuovi Approcci a Basse Emissioni di Carbonio, definiti come ABEC (Figura 9).

Figura 7. Quadro sintetico di tutte le imprese laziali analizzate e applicazione ABCE

In particolare, il presente lavoro ha permesso di mettere in luce alcune potenzialità e alcuni punti di debolezza del settore manifatturiero e, in particolare, dell'industria dei prodotti per l'edilizia, della regione Lazio.

Per quanto concerne i punti di forza, si può osservare:

- l'interesse di molte aziende verso il tema della sostenibilità ed in particolare ai processi di innovazione per il controllo delle emissioni di gas serra;
- l'utilizzo diffuso di materie prime locali (oltre il 50%), in particolare per quanto concerne l'argilla prelevata a Km 0 per la produzione dei mattoni, per quanto concerne altri materiali da cava, sempre inferiore ai 100 Km e generalmente compreso tra i 30 ed i 70 Km;
- l'utilizzo degli scarti di produzione come materia prima seconda (oltre il 40%).

Per quanto concerne i punti di debolezza, si osserva:

- l'assenza di aggiornamento delle figure professionali interne;
- per quanto concerne la produzione di manufatti a base di cemento, prevale nettamente l'utilizzo di leganti tradizionali, quali cemento Portland (oltre l'80%);
- nonostante l'interesse di alcuni produttori, ancora oggi appare raro l'utilizzo di materie prime naturali, quali canapa e terra, per la realizzazione di prodotti innovativi ad emissioni ridotte (meno del 20%);
- la difficoltà nell'utilizzare materie prime seconde, per poca fiducia nel risultato finale e per la paura di perdita di qualità;
- sebbene in via di maggior diffusione, ancora oggi molte aziende fanno raramente ricorso all'utilizzo di fonti rinnovabili;

- la difficoltà di molte aziende di implementare in maniera sistematica i processi di ricerca e sviluppo per mancanza di fondi sufficienti anche alla luce delle difficoltà dell'intero comparto edilizio italiano.

5. Conclusione

Il presente lavoro ha indagato il ruolo che il settore manifatturiero, ed in particolare l'industria dei prodotti per l'edilizia della regione Lazio, può giocare nella lotta al cambiamento climatico, contribuendo a ridurre l'emissione dei gas serra e, quindi, al raggiungimento degli obiettivi previsti dall'Accordo di Parigi e da quanto indicato dall'ultimo report IPCC [3].

Lo studio è stato condotto confrontando strategie produttive a Basse Emissioni di Carbonio (ABEC) con i processi produttivi delle aziende individuate. Per poter effettuare questo confronto la ricerca ha:

- sviluppato un'analisi di mercato che ha portato all'individuazione di un ampio campione di industrie manifatturiere laziali;
- organizzato delle aziende in cluster omogenei a seconda della tipologia di prodotto;
- comparato i processi produttivi delle aziende individuate rispetto alle strategie innovative ritrovate in letteratura.

Lo studio è stato condotto attraverso interviste telefoniche effettuate con gli uffici tecnici interni delle stesse aziende o tramite sopralluoghi negli stabilimenti produttivi.

La ricerca è stata, inoltre, limitata in base ai seguenti principi:

- individuazione di aziende relative ai principali settori produttivi del settore edile, ovvero produttrici di manufatti in cemento, di laterizio, di ceramiche e di isolanti;
- esclusione di settori produttivi dove il campione delle aziende trovate fosse basso e quindi poco significativo per definire un trend generale del settore. Queste aziende sono state inserite in una generica categoria "altro", utile ugualmente per avere dati generali.

Dallo studio emerge come, nonostante alcune interessanti esperienze, i modelli maggiormente diffusi siano ancora fortemente legati a modelli produttivi tradizionali e ad alte emissioni di carbonio. In particolare, dal confronto tra i processi produttivi reali delle singole aziende e con i processi a basse emissioni di carbonio individuati nella letteratura scientifica è emerso come:

- manufatti a base di cemento
 - o la maggior parte delle aziende è ancora legata ad un sistema produttivo tradizionale;
 - o utilizzo prevalente di cemento Portland e di materie prime;
 - o utilizzo materie tendenzialmente locali a basso chilometraggio, in alcuni casi virtuosi anche ridottissimo;
 - o rari casi di utilizzo di materie prime seconde;
 - o ridotta implementazione di sistemi di produzione di energie rinnovabili;
- manufatti a base di argilla, mattoni e laterizi in generale

- altra percentuale di aziende che producono con metodologie tradizionali per rispondere alle esigenze di un mercato che richiede prodotti adeguati per lavorazioni di restauro;
- utilizzo prevalente di argilla naturale;
- utilizzo di cave vicine a ridotto chilometraggio;
- diffusa adozione di filtri;
- scarso utilizzo di fonti rinnovabili.

Concludendo, nonostante alcune realtà virtuose che si stanno convertendo ai principi dell'economia circolare, il sistema produttivo tradizionale è ancora caratterizzato da alte emissioni di GHG e lontano dai principi dell'economia circolare.

Sulla base dei risultati dedotti dal presente lavoro e con l'obiettivo di invertire questo trend, la fase successiva della ricerca prevedrà la collaborazione con alcune delle aziende individuate al fine di implementare, nei tradizionali processi produttivi, alcuni principi dell'economia circolare con l'obiettivo di favorire una transizione verso un modello di produzione più sostenibile e a basse emissioni di gas climalteranti.

References

- [1] A. Favier, C. De Wolf, K. Schrivener, and G. Habert, "A SUSTAINABLE FUTURE FOR THE EUROPEAN CEMENT AND CONCRETE INDUSTRY. Technology assessment for full decarbonisation of the industry by 2050," 2018.
- [2] European Commission, "Accordo di Parigi," 2015. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_it. [Accessed: 14-Nov-2018].
- [3] IPCC, "IPCC REPORT 2018," 2018.
- [4] F. Pomponi and A. Moncaster, "Circular economy for the built environment: A research framework," *J. Clean. Prod.*, vol. 143, pp. 710–718, 2017.
- [5] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. P. Bocken, and E. J. Hultink, "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?," *J. Clean. Prod.*, vol. 143, pp. 757–768, 2017.
- [6] I. C. De los Rios and F. J. S. Charnley, "Skills and capabilities for a sustainable and circular economy: The changing role of design," *J. Clean. Prod.*, vol. 160, pp. 109–122, 2017.
- [7] K. Winans, A. Kendall, and H. Deng, "The history and current applications of the circular economy concept," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 68, no. October 2015, pp. 825–833, 2017.
- [8] European Commission, "COMM UE 302 16/6/2003," 2003.
- [9] MATTM, "D.lgs. 50/2016 - Criteri di sostenibilità energetica e ambientale." 2016.
- [10] Fondazione Symbola – Unioncamere, "GreenItaly Rapporto 2018," 2018.
- [11] SEC, "Scenari immobiliari," 2018.
- [12] ISTAT, "No Title," 2019. .
- [13] Banca D'Italia, "Economie regionali. L'economia del Lazio," Roma, 2018.
- [14] FEDERLAZIO, "Osservatorio sullo stato di salute dell'edilizia nel Lazio," 2018.



CIRIAF

Via G. Duranti, 63 - 06125 - Perugia



Tel. 075.585.3717
Fax 075.585.3697



centro.ciriaf@unipg.it
www.ciriaf.it