



Mitigazione dei  
**cambiamenti  
climatici** attraverso  
l'applicazione dei  
principi di **economia  
circolare**

POSITION PAPER





---

## SOMARIO

<b>1. Premessa</b>	5
<b>2. Mercato delle costruzioni, scenari futuri e impegni per la sostenibilità</b>	6
2.a. La crescita demografica e le previsioni dei consumi di cemento	6
2.b. L'importanza del settore del cemento e del calcestruzzo in Italia e in Europa	7
2.c. L'impegno dell'EU verso la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'implementazione dell'economia circolare	7
2.d. Federbeton: inquadramento della filiera e track record di sostenibilità	9
2.e. Origine delle emissioni di CO <sub>2</sub> nella produzione del cemento	13
<b>3. Le strategie della filiera</b>	13
3.a.1. Clinker: efficienza termica ed elettrica	13
3.a.2. Clinker: utilizzo di combustibili con contenuto di biomassa	15
3.a.3. Clinker: utilizzo di materie prime di recupero	16
3.a.4. Cemento: utilizzo di materiali sostitutivi del clinker nei cementi	17
3.a.5. Cemento: efficienza elettrica delle produzioni	17
3.a.6. Calcestruzzo: prescrivere la durabilità	17
3.a.7. Calcestruzzo: per l'efficienza energetica	18
3.a.8. Calcestruzzo: utilizzo di materiali provenienti da demolizioni e scarti industriali, riciclabilità del fine vita e riuso	19
3.b. Ricerca applicata	20
3.b.1. Clinker e leganti innovativi	20
3.b.2. Calcestruzzo: eco-design e innovazione	21
3.b.3. Digital fabrication per elementi strutturali	23
<b>4. La misurazione delle performance degli impatti degli edifici</b>	24
<b>5. Breakthrough Technologies: Carbon Capture Storage and Usage</b>	25
<b>6. Cosa chiediamo: verso costruzioni sempre più sostenibili</b>	28
6.a. Implementazione della disciplina End of Waste	28
6.b. Sostegno ai progetti di efficienza energetica	31
6.c. Adeguamento delle normative dei cementi e apertura a leganti idraulici innovativi e sperimentali	32
6.d. Strumenti di incentivazione alla realizzazione di edifici a emissioni zero	32
6.e. Incentivazione e formazione finanziata ai progettisti	33



## 1. Premessa

Il position paper di Federbeton ha l'obiettivo di far conoscere le tecniche, le strategie e le azioni messe in atto dai settori del cemento e del calcestruzzo e le loro applicazioni nell'ambito dei principi dell'economia circolare, in funzione degli obiettivi europei di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra fissati in base all'Accordo di Parigi e della proposta di Piano nazionale per l'energia e il clima del Ministero dell'Ambiente, nonché del recepimento del Pacchetto di direttive sull'economia circolare.

La Commissione Europea ha infatti individuato nell'Economia Circolare una delle strade possibili per la riduzione delle emissioni industriali e la realizzazione di costruzioni a emissioni zero: si tratta tuttavia di un obiettivo a cui tendere e che può essere raggiungibile, solo se implementato lungo l'intera catena di valore. Cemento e calcestruzzo possono fornire un importante contributo al settore delle costruzioni in questo senso: l'utilizzo di materiali riciclati, sottoprodotti, End of Waste nel processo produttivo del cemento e nel prodotto calcestruzzo, insieme all'uso di combustibili alternativi e alla realizzazione di prodotti innovativi, rappresenta non solo un modo per ridurre il conferimento in discarica di materiali di scarto come plastiche, pneumatici, fanghi, inerti da costruzione e demolizione, rifiuti urbani, ma anche una strategia di mitigazione dei cambiamenti climatici.

Tuttavia, alcune barriere di carattere normativo, culturale, sociale e burocratico, si frappongono al raggiungimento di tali risultati.

Obiettivo del position paper è pertanto anche l'individuazione di tali criticità e delle soluzioni proposte da Federbeton per portare la filiera del cemento e del calcestruzzo ad essere ancora più sostenibile, trasformando in risorse, prodotti e processi che altrimenti non potrebbero essere ritenuti tali, riducendo gli impatti ambientali e accrescendo la competitività delle imprese.

## 2. Mercato delle costruzioni, scenari futuri e impegni per la sostenibilità

### 2.a. La crescita demografica e le previsioni dei consumi di cemento

I dati demografici costituiscono un fattore fondamentale che influenza l'andamento delle economie e delle società in tutti i Paesi. Le previsioni più accreditate circa l'andamento delle dinamiche demografiche convergono su una crescita generalizzata della popolazione mondiale per il secolo in corso. Nello specifico le previsioni ONU ci dicono che l'attuale popolazione mondiale di 7,7 miliardi dovrebbe raggiungere 8,6 miliardi nel 2030, 9,8 miliardi nel 2050 e 10,6 miliardi nel 2070.

#### Dinamiche demografiche mondiali

	1960	1980	2000	2020	2030	2040	2050	2060	2070	Densità 2010	Densità 2050
Mondo	3.090.305	4.537.846	6.223.412	7.795.482	8.551.199	9.210.337	9.771.823	10.222.598	10.575.847	54	75
Africa	292.100	493.748	837.821	1.352.622	1.703.538	2.100.302	2.527.557	2.964.353	3.394.171	36	85
Asia	1.734.847	2.694.424	3.777.425	4.623.454	4.946.586	5.154.419	5.256.927	5.259.717	5.187.459	137	169
Europa	611.964	697.141	727.355	743.390	739.456	728.823	715.721	698.571	680.976	33	32
di cui/Italia	50.025	56.388	57.679	60.591	60.370	59.641	58.084	55.480	53.100	197	193
America Latina e Caraibi	227.194	372.338	533.151	664.474	718.483	757.027	779.841	787.457	780.997	30	39
America del Nord	208.043	256.844	316.004	369.159	395.453	417.193	434.655	451.301	467.507	19	23
Oceania	16.158	23.352	31.657	42.384	47.683	52.572	57.121	61.200	64.737	4	7

Fonte: ONU

L'aumento della popolazione non è distribuito equamente fra i diversi paesi ma sarà concentrato in alcune regioni, in particolare nell'Africa, la cui popolazione avrà un rapido ritmo di espansione tanto che si prevede che oltre la metà della crescita demografica mondiale tra oggi e il 2050 si concentrerà in quel continente, che da tempo registra (e registrerà in futuro) un forte aumento della popolazione. Statisticamente, i consumi di cemento sono strettamente legati alle dinamiche demografiche. Maggiore è la popolazione, maggiore sarà lo stock di abitazioni e teoricamente, di dotazioni infrastrutturali (trasporti, scuole, ospedali) in grado di accompagnare tale crescita demografica. Sulla base di tali previsioni, si stima che i consumi mondiali di cemento possano passare dai 3.3 miliardi di tonnellate del 2010 ai 4.3 del 2030 per concludere con i 4.6 del 2070. **Per tale stima è stato prudentemente utilizzato un consumo medio di cemento da economia quasi matura, ovvero circa 440 kg/procapite.**

Occorre tenere presente che complessivamente sia le future tendenze demografiche sia i consumi di cemento saranno influenzati dalle traiettorie

che avranno alcuni dei componenti principali del cambiamento (difficilmente prevedibili in questa sede) ovvero fertilità, ampiezza delle migrazioni, numerosità dei nuclei familiari, crisi economiche, mutamenti climatici.

### Consumi di cemento (previsioni fino al 2070)

	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Mondo	1.094	1.638	3.294	4.100	4.350	4.528	4.636	4.674	4.653

Fonte: elaborazioni Centro Studi Federbeton GlobalCement

## 2.b. L'importanza del settore del cemento e del calcestruzzo in Italia e in Europa

Nel 2016 in Europa (ultimo dato disponibile a livello continentale) l'industria del cemento e del calcestruzzo ha generato un valore aggiunto di circa 30 miliardi di euro impiegando 500mila addetti lungo tutta la filiera di riferimento. Ad oggi, pur in un contesto segnato da una lunga crisi, il comparto continua a rappresentare, forte delle 27mila imprese coinvolte, il 7% dell'intero settore delle costruzioni conservando un ruolo ancora strategico per le singole economie nazionali. Uno studio del 2015 (promosso da The concrete initiative) ha messo in evidenza tale rilevanza mostrando come ogni euro di valore aggiunto generato dalla filiera del cemento e del calcestruzzo comporti la creazione di 2,8 euro per l'intera economia di riferimento.

### La filiera del cemento e del calcestruzzo in europa

	Imprese	Valore aggiunto	Fatturato	Addetti
EU 28	27.093	30,3	113	508.000
Di cui				
Italia	3.100	2,5	10,1	48.600
Germania	2.400	7,0	23,6	95.200
Francia	1.718	3,7	17,7	50.200
Spagna	2.784	1,6	5,8	31.600

Fonte: elaborazioni Centro Studi Federbeton su dati Eurostat

Lo schema è valido per tutti i sistemi economici ancorché maturi e avanzati e lo è anche per il nostro Paese in cui le costruzioni rappresentano uno degli assi portanti dell'economia con forti implicazioni sul mercato interno, sui livelli occupazionali e senza necessità alcuna di delocalizzare.

## 2.c. L'impegno dell'EU verso la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'implementazione dell'economia circolare

Nel dicembre 2015, alla 21a Conferenza delle Parti sul Clima delle Nazioni Unite (COP21), 195 Paesi hanno adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale, l'accordo di Parigi. Esso è una sorta di ponte tra le politiche in atto e la neutralità rispetto al clima, in termini di emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub> equivalente), da attuarsi entro la fine del secolo e definisce un piano d'azione globale inteso a rafforzare la

risposta alla minaccia dei cambiamenti climatici, impegnando la comunità internazionale a mantenere l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2 °C rispetto al 1990, con lo sforzo di raggiungere l'obiettivo più ambizioso di 1,5 °C, rafforzando le azioni di adattamento ai cambiamenti climatici e sviluppando nuove tecnologie, mettendo in campo finanziamenti adeguati per agevolare la transizione, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo.

L'UE ha guidato con forza l'azione globale per l'efficienza energetica degli edifici negli ultimi decenni. L'accordo di Parigi richiede una decarbonizzazione degli edifici e dell'intero settore delle costruzioni a livello globale entro il 2050, se si vogliono evitare gli impatti legati ad un aumento di temperatura di +2°.

Mentre si sta affrontando il problema del 28% delle emissioni globali dovute all'energia consumata dagli edifici, la quota dell'11% delle emissioni globali che sono legate alla costruzione e vita utile delle strutture tenderà ad aumentare drasticamente a causa della crescita urbana se non sarà adeguatamente monitorata e gestita<sup>1</sup>.

In Europa, se si considera **l'intero ciclo di vita degli edifici** (inclusa l'estrazione delle materie prime, la produzione e il trasporto dei materiali e dei prodotti, la loro messa in opera e il fine vita, comprese demolizione e gestione dei rifiuti che ne derivano), questi sono responsabili di:

- 40% di tutto il consumo di energia<sup>2</sup>
- circa il 35% di tutte le emissioni di gas serra<sup>3</sup>
- metà di tutto il consumo di materie prime<sup>4</sup>
- un terzo di tutta l'acqua utilizzata<sup>5</sup>.

Per questo motivo, l'UE ha espresso la volontà di andare verso un **uso efficiente delle risorse e verso flussi circolari di materia** nell'ambito del proprio Piano d'azione per l'economia circolare. L'obiettivo è arrivare a emissioni zero entro il 2050, valutando il ruolo degli edifici e dei settori industriali connessi.

Di certo sarà impossibile raggiungere gli obiettivi legati alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'economia circolare senza considerare l'impatto totale del ciclo di vita dell'edificio e di tutti i contributori, in termini di settori appartenenti alla filiera delle costruzioni.

### **Il settore dei rifiuti da costruzione e demolizione è stato definito come uno dei cinque settori prioritari per un'economia più circolare.**

In volume, quella delle costruzioni è la più grande fonte di rifiuti in Europa, di cui quasi il 90% può essere rivalorizzata, anche se in gran parte viene declassata in applicazioni di basso valore.

Ciò è valido pertanto non solo a livello della filiera del cemento e calcestruzzo e delle loro applicazioni, rappresentata in Federbeton, ma di tutti i materiali da costruzione, che devono essere progettati secondo criteri di sostenibilità e scelti dai progettisti non solo in funzione delle caratteristiche strutturali, ma anche delle caratteristiche di sostenibilità conferibili all'opera in termini di risparmio di risorse naturali e di emissioni di CO<sub>2</sub> (per m<sup>2</sup>), o di

<sup>1</sup> UN Environment, Global Status Report 2017

<sup>2</sup> COM (2018) 773 final

<sup>3</sup> COM (2007) 860 final

<sup>4</sup> COM (2011) 571 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the regions, Roadmap to a Resource Efficient Europe, Brussels

<sup>5</sup> COM (2007) 414 final



valorizzazione delle materie di scarto.

In definitiva, i principi dell'economia circolare, ove correttamente applicati ed implementati, possono apportare significativi benefici anche alla riduzione delle emissioni di gas serra nei processi produttivi, attraverso il riutilizzo efficace di prodotti esistenti, salvaguardando materie prime naturali non rinnovabili, e adottando tecniche di cattura e utilizzo del carbonio (CCU).

### Un futuro sostenibile

Una ricerca del Politecnico di Zurigo e dell'EPFL (Scuola politecnica federale di Losanna) ha svolto una interessante valutazione tecnologica in merito alla possibilità di decarbonizzare entro il 2050 l'industria del cemento e calcestruzzo europea.

La ricerca modella tre scenari che si ottengono combinando le diverse soluzioni, anche descritte in questo documento (investimenti, sostituzione di combustibili fossili con alternativi, implementazione di tecnologie Carbon Capture Storage and Usage, sostituzione di materie prime con materie di recupero, ecc.). Solamente il terzo scenario, più spinto in termini di investimenti e tecnologie, riesce a fornire i risultati indicati dell'80% di riduzione di CO<sub>2</sub>. In questa simulazione assume un ruolo rilevante il coinvolgimento dei produttori di calcestruzzo e delle imprese di costruzione, attraverso processi di ottimizzazione progettuale delle strutture e dei mix design.

### 2.d. Federbeton: inquadramento della filiera e track record di sostenibilità

La filiera produttiva del cemento e del calcestruzzo svolge un ruolo attivo nella transizione verso l'economia circolare; la stessa, infatti, applicata alla filiera del cemento e del calcestruzzo, è il miglior veicolo per contribuire al contenimento dei cambiamenti climatici. L'attuazione di azioni volte al recupero di materia, al recupero energetico, all'ottimizzazione dei processi produttivi e al dialogo con i territori, è fondamentale per ridurre l'impatto climatico e realizzare un virtuoso modello economico circolare. Azioni compiute in questa direzione oltre ad essere sostenibili ambientalmente e socialmente, possono inoltre generare valore economico.

Nel triennio 2015-2017, i risultati positivi di effettiva re-immissione di materiali di recupero nel ciclo produttivo, quali risorse riutilizzabili, derivano dal sostanziale impegno sul fronte degli investimenti in tecnologie innovative e, malgrado la congiuntura di crisi, sono stati investiti 87,5 milioni di euro.

Le imprese cementiere, nel solco dell'economia circolare e dell'impegno alla mitigazione dei cambiamenti climatici, hanno **progressivamente aumentato i tassi di sostituzione di combustibili fossili e materie prime naturali**, a favore di un crescente recupero di rifiuti urbani e industriali (favorendo la chiusura del ciclo della raccolta differenziata) e del riutilizzo di materiali di scarto, provenienti da altri cicli produttivi e da demolizioni, mantenendo inalterate le caratteristiche prestazionali del materiale.

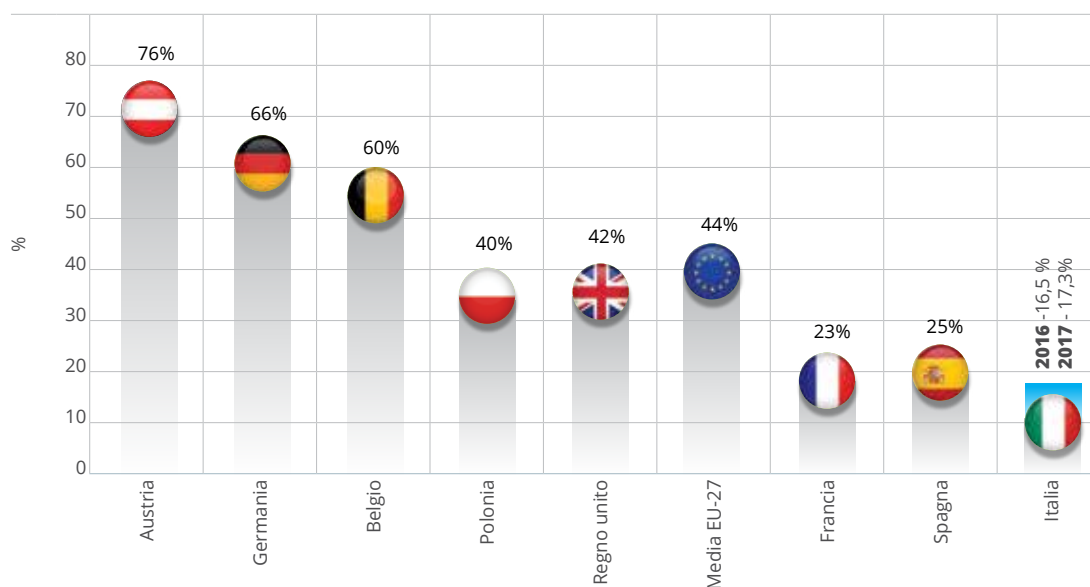
La sostituzione calorica, ottenuta nei forni per la produzione di cemento, è passata dal 14,9% del 2015 al 17,3% del 2017 con un **impiego totale di quasi 360.000 tonnellate di combustibili derivati dal trattamento**

**dei rifiuti** (a valle della differenziata), dunque sottratti alla discarica o a recuperi energetici meno virtuosi.

L'Italia resta indietro rispetto alla media europea, che si attesta al 44% di sostituzione calorica, con la Germania che esprime un tasso del 66% e l'Austria del 76%.

#### TASSO DI SOSTITUZIONE CALORICA CON **COMBUSTIBILI ALTERNATIVI**

(% su energia termica per la produzione di clinker - dati 2016)



Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

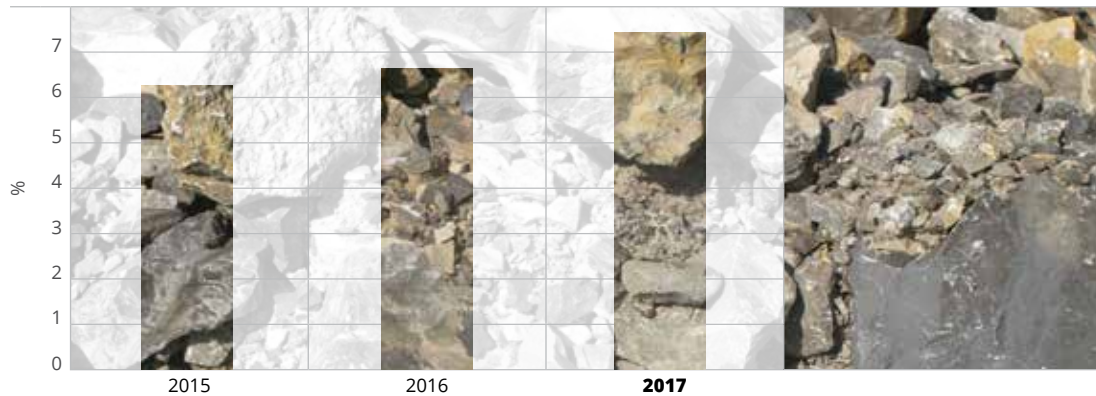
Aumenta anche il tasso di sostituzione delle materie prime naturali (+1,2%) con materie residuali, derivanti da altri processi industriali.

Nel solo 2017, **il settore della filiera del cemento ha recuperato infatti oltre 1,84 milioni di tonnellate di materie prime residuali**, derivanti da altri processi industriali con un tasso di sostituzione di materie prime naturali che si attesta in Italia al 7,4%, superiore alla media europea del 4,4% (dato 2016).

La filiera del cemento raggiunge dunque importanti traguardi di riduzione delle emissioni, grazie agli investimenti in tecnologie innovative e all'utilizzo di combustibili alternativi contenenti biomassa, sostitutivi di quelli fossili. I dati, riferiti alle emissioni specifiche (per singola unità di prodotto), riportano infatti significative riduzioni:

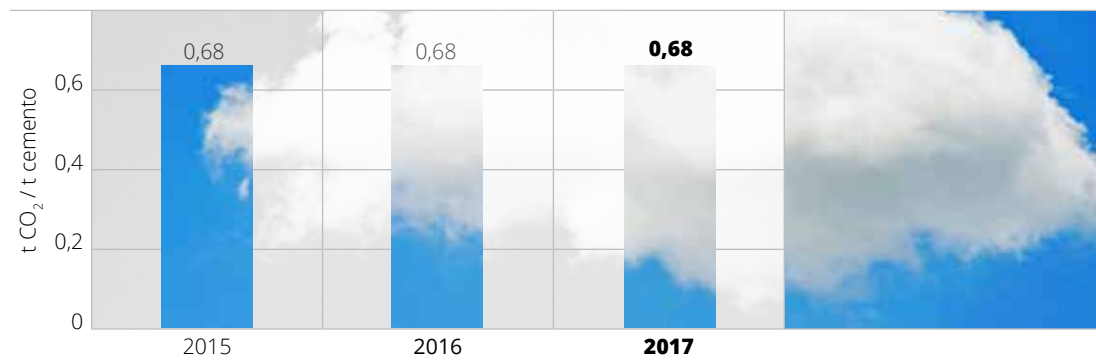
- 12,4% emissioni CO<sub>2</sub> grazie all'impiego di biomassa;
- 29,4% emissioni polveri PM<sub>10</sub>;
- 29,7% emissioni ossidi di azoto;
- 32,6% emissioni ossidi di zolfo.

**TASSO DI SOSTITUZIONE DELLE RISORSE NATURALI**  
 CON RIFIUTI O MATERIE PRIME SECONDE (% sul totale materie prime utilizzate)



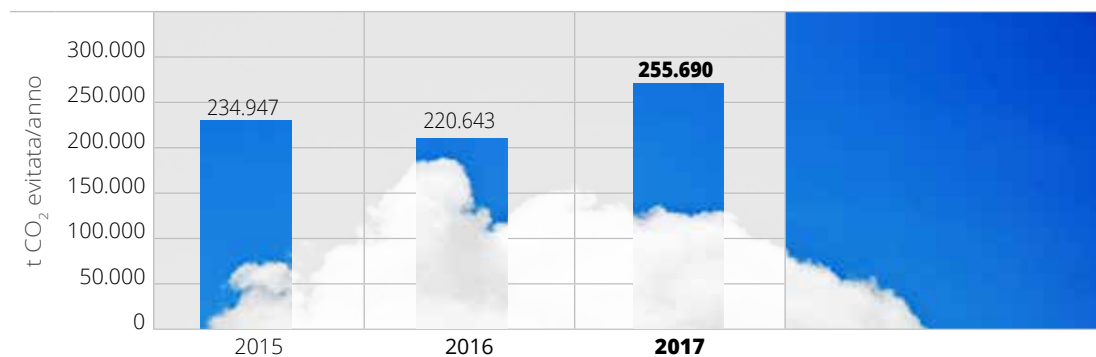
Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

**EMISSIONI SPECIFICHE ANIDRIDE CARBONICA**



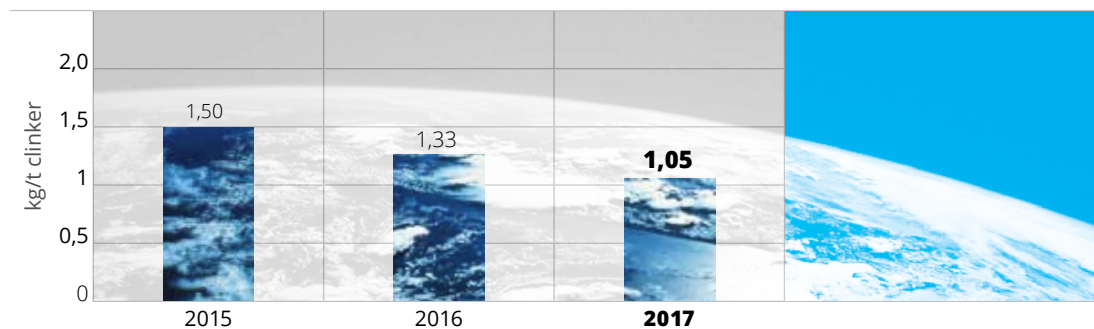
Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

**EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> EVITATE UTILIZZANDO BIOMASSA**



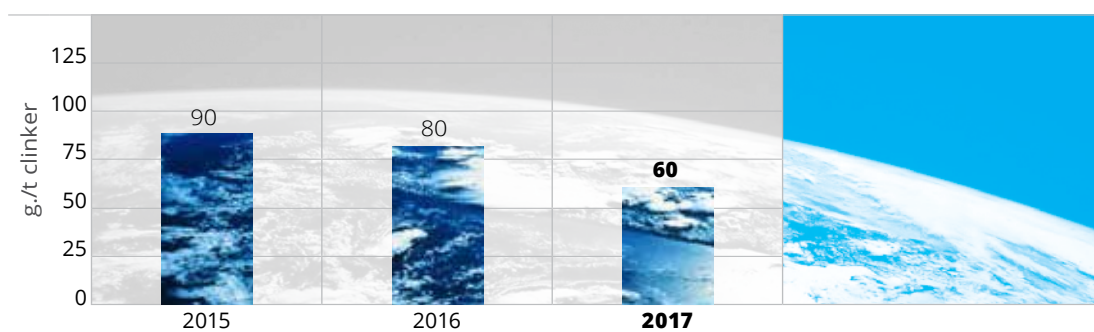
Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

EMISSIONI SPECIFICHE **OSSIDI DI AZOTO NO<sub>x</sub>**



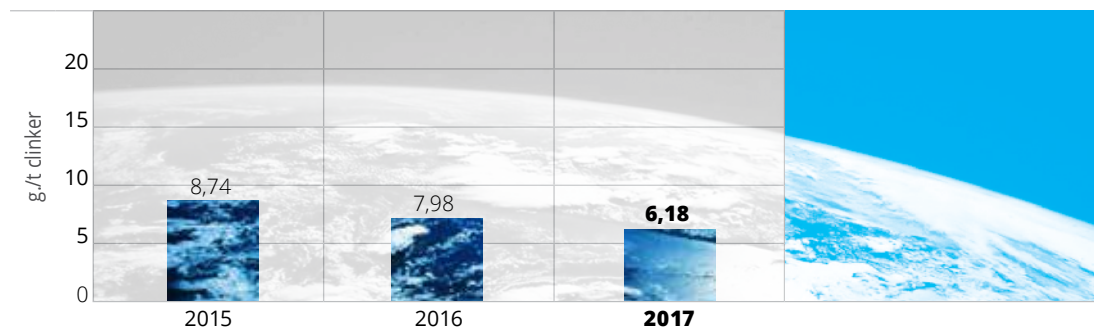
Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

EMISSIONI SPECIFICHE **OSSIDI DI ZOLFO SO<sub>2</sub>**



Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

EMISSIONI SPECIFICHE **POLVERI PM<sub>10</sub>**



Fonte: Rapporto di sostenibilità Aitec 2017

## 2.e. Origine delle emissioni di CO<sub>2</sub> nella produzione del cemento

Il clinker è il componente attivo del cemento e la sua produzione è un processo ad elevata intensità energetica che genera approssimativamente 875 kgCO<sub>2</sub>eq/t<sub>clk</sub><sup>6</sup>. Le fasi del processo, che generano le emissioni di CO<sub>2</sub>, sono le seguenti:

- la decarbonatazione del carbonato di calcio, costituente principale (~78%) delle materie prime utilizzate per la produzione della miscela cruda da cui origina il clinker (la cosiddetta **CO<sub>2</sub> di processo**). La CO<sub>2</sub> viene rilasciata per decarbonatazione del carbonato di calcio in calce:  $\text{CaCO}_3 + \text{calore} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- la combustione, necessaria per rifornire di energia termica il processo, fino alla sinterizzazione dei componenti fondamentali del clinker (la cosiddetta **CO<sub>2</sub> termica**).

In linea generale da ciò si evince che i gradi di libertà dell'industria cementiera per ridurre le proprie emissioni di CO<sub>2</sub> sono da considerarsi limitati. Il margine di manovra è soprattutto limitato dal fatto che la CO<sub>2</sub> da decarbonatazione (almeno il 60 % del totale di emissione), con le attuali tipologie di clinker prodotto, è un'aliquota pressoché incompressibile e intrinseca alla materia prima di base (calcare). Essendo la fase di decarbonatazione del calcare l'unica modalità possibile ed esistente per l'ottenimento di CaO, essa è un passaggio fisiologico tecnicamente non eliminabile.

Ciò che potrebbe ad esempio garantire buoni margini di riduzione dell'aliquota emissiva di CO<sub>2</sub> è intervenire sulle emissioni legate alla combustione, ricorrendo all'utilizzo dei combustibili non convenzionali, sostitutivi di quelli fossili e contenenti frazioni di biomassa (considerata CO<sub>2</sub> neutral).

## 3. Le strategie della filiera

Lungo la filiera del cemento e del calcestruzzo ciascun soggetto ha già fornito, può e potrà fornire contributi più o meno consistenti alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. In funzione del proprio processo produttivo e della tipologia di prodotto esistono delle oggettive potenzialità di contenimento dei livelli emissivi, valutabili non solo tecnicamente, ma anche in termini di sostenibilità economica.

### 3.a.1. Clinker: efficienza termica ed elettrica

Per quanto attiene l'aspetto del miglioramento del rendimento energetico, i consumi di energia termica ed elettrica costituiscono l'aliquota maggioritaria del costo di produzione del cemento ed entrambi sono storicamente monitorati e ottimizzati.

Nel corso degli ultimi anni l'industria del cemento ha investito in modo significativo in tecnologie innovative, soprattutto per i forni di cottura che sono diventati più efficienti, sia perché sostituiti da impianti più performanti,

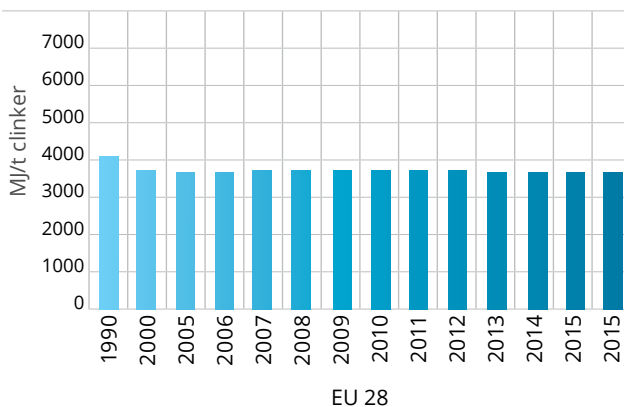
<sup>6</sup> ref. A sustainable future for the European cement and concrete industry, ETH Zurich

sia per ristrutturazioni e ammodernamenti.

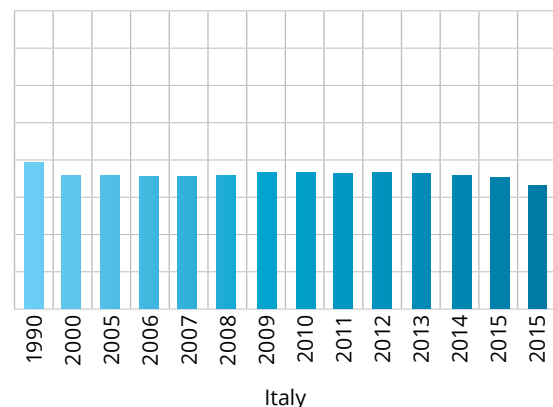
Negli anni, l'intensità di energia elettrica si è di fatto mantenuta costante mentre quella termica ha continuato a diminuire gradualmente, grazie alla definitiva sostituzione dei forni a via umida con quelli a via secca (considerata la tecnologia più avanzata), che includono tecnologie di recupero del calore che consentono di pre-riscaldare e pre-calcinare le materie prime prima dell'ingresso nel forno (indicativamente 3000 MJ/t<sub>clik</sub>), ed all'utilizzo di impianti di macinazione più efficienti. Questo tipo di intervento è stato già diffusamente eseguito nella maggior parte degli impianti; **pertanto su questo fronte ci si può aspettare al massimo un miglioramento del 10% al 2050 (dati IEA CSI Roadmap).**

Vengono riportati di seguito i grafici relativi all'andamento del consumo di energia elettrica e termica specifico sia in EU28 che in Italia (GCCA in NumbeRs).

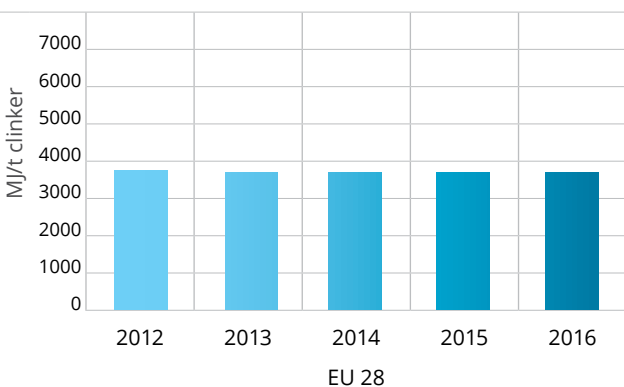
**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 excluding drying of fuels - Grey clinker (25aAG)  
 All GNR Participants-EU 28  
 (coverage: 96% in 2010, 93% in 2015, 90% in 2016)



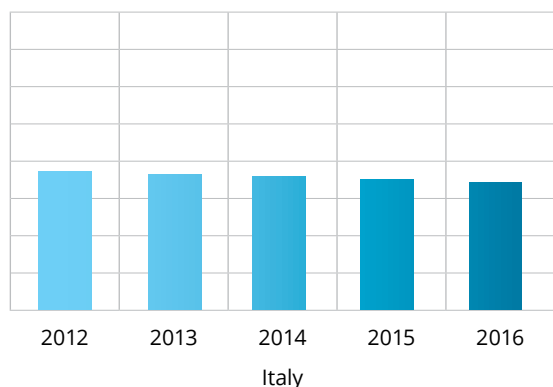
**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 excluding drying of fuels - Grey clinker (25aAG)  
 All GNR Participants-Italy  
 (coverage: 87% in 2010, 62% in 2015, 73% in 2016)



**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 including drying offuels - Grey clinker (93AG)  
 All GNR Participants-EU 28  
 (coverage: 96% in 2010, 93% in 2015, 90% in 2016)



**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 excluding drying of fuels - Grey clinker (25aAG)  
 All GNR Participants-Italy  
 (coverage: 87% in 2010, 82% in 2015, 73% in 2016)

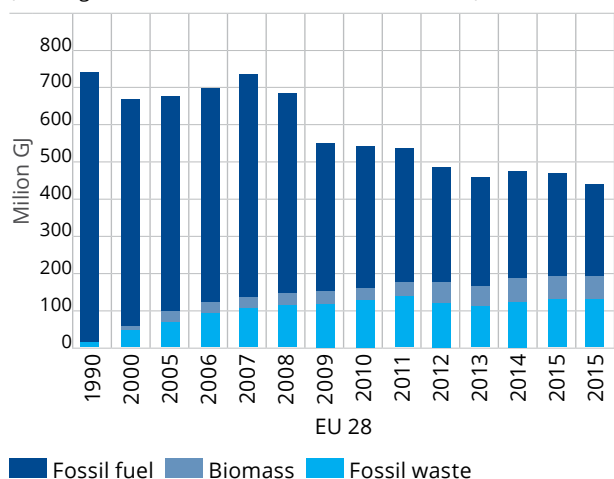


I dati italiani relativi al consumo specifico di energia termica negli impianti produttivi (fatta esclusione di quella relativa alla fase di essiccazione dei combustibili) presentano un andamento decrescente, a partire dal 2013, rispetto a quello europeo, che si è mantenuto pressoché costante.

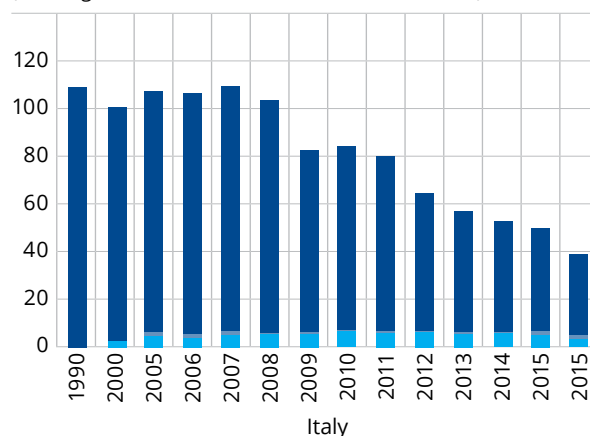
Anche analizzando i dati relativi all'intero processo produttivo (inclusendo quindi l'essiccazione dei combustibili), l'andamento dei consumi specifici di energia termica risulta decrescente rispetto a quello stabile europeo.

È interessante anche analizzare l'andamento del consumo totale di energia termica (fatta esclusione di quella relativa alla fase di essiccazione dei combustibili), anch'esso decrescente, dal quale si evince come in Italia, anche con un mix di combustibili che ancora penalizza l'utilizzo della biomassa, si registri un significativo decremento dei consumi rispetto a quello fatto registrare dalla EU28.

**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 excluding drying of fuels - Grey and whitw cement (25aTGW)  
 All GNR Participants-EU 28  
 (coverage: 95% in 2010, 93% in 2015, 90% in 2016)



**THERMAL ENERGY CONSUMPTION - WEIGHTED AVERAGE**  
 excluding drying of fuels - Grey and whitw cement (25aAG) All  
 GNR Participants-Italy  
 (coverage: 87% in 2010, 82% in 2015, 73% in 2016)



### 3.a.2. Clinker: utilizzo di combustibili con contenuto di biomassa

Il recupero di calore tramite combustibili derivati dai rifiuti è la tecnologia che garantisce i margini di manovra più significativi per incidere sulla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, poiché le emissioni conseguenti, relative alla quota di biomassa in essi contenuta (analogamente a quanto già assicurato per le farine animali, la carta, il legno, i grassi ed oli animali o vegetali), sono considerate neutrali ai fini delle emissioni di CO<sub>2</sub>; evitando inoltre i conferimenti in discarica si azzerano possibili emissioni non controllate di metano (CH<sub>4</sub>).

Il recupero nel forno da cemento dell'energia contenuta nei rifiuti è attuato in Europa da circa 20 anni in modo completo e senza alcuna conseguenza negativa sulle emissioni e sulla qualità del prodotto. Questa modalità di valorizzare i rifiuti, tecnologia ben consolidata e sostenuta da molti governi nazionali, rappresenta mediamente circa il 44% del totale del calore



immesso nei forni da cemento nei Paesi della UE (dati Cembureau). In Italia invece rappresenta meno del 18% del consumo termico complessivo del Settore, pur essendo gli impianti produttivi in linea con le migliori tecnologie disponibili (BAT) e dunque predisposti per farne uso.

Ciò è imputabile principalmente alle difficoltà che si riscontrano a livello locale per l'ottenimento delle autorizzazioni previste dalla normativa vigente, nonché alla frammentazione delle competenze in materia, ma anche alla diffusa ed ingiustificata pregiudizievole diffidenza dell'opinione pubblica verso forme di recupero energetico dei rifiuti.

Poiché la valorizzazione energetica è attività poco diffusa in Italia ed una quota significativa di rifiuti viene ancora avviata alle discariche (dove si verifica la situazione peggiorativa della formazione ed emissione di metano, avente come noto un potere riscaldante globale GWP=21), con ben 44 siti che non hanno rispettato la scadenza di chiusura o messa a norma entro il 15 ottobre 2015, sussistono ampi margini di intervento per ridurre in modo significativo le emissioni globali di CO<sub>2</sub>, sostituendo appunto i combustibili tradizionali con appropriati combustibili derivati da rifiuti, nel rispetto della gerarchia europea dei rifiuti.

Nella ipotesi di un impiego di tali combustibili non convenzionali, che mediamente consenta di coprire il 40% del fabbisogno termico annuale dell'industria cementiera italiana, il potenziale di riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> sarebbe molto elevato e potrebbe superare il 16% delle emissioni dirette.

#### Alcune ipotesi a breve – medio termine:

Assumendo che la produzione annua nazionale di cemento si attesti a 22 milioni di tonnellate, a fronte delle 19,3 milioni di tonnellate del 2017, con un tasso di sostituzione calorica del 50%, i combustibili utilizzabili derivanti dalla trasformazione dei rifiuti, sarebbero circa 1,2 milioni di tonnellate, dando luogo a 1 milione di tonnellate di CO<sub>2</sub> evitate grazie alla biomassa presente nei combustibili alternativi e a 788.000 TEP (tonnellate equivalenti di petrolio) risparmiati.

### 3.a.3. Clinker: utilizzo di materie prime di recupero

Il settore, già da molti anni, sostituisce le proprie materie prime per una quota pari a circa l'8% con materiali di recupero.

Ma la sfida è un utilizzo molto maggiore di materie prime a minor intensità di carbonio; sono ad esempio allo studio, o regolarmente già commercializzati, nuovi cementi/leganti nei quali l'argilla calcinata, il ferro e la bauxite sostituiscono i componenti di base del clinker, generando dunque nuove famiglie di clinker. Questi prodotti possono offrire una soluzione realistica a minor contenuto di carbonio, ma il loro sviluppo è condizionato dalla effettiva disponibilità di tali materie prime, non così omogeneamente diffusa su tutti i territori.

Inoltre, normativa/legislatore, progettisti, imprese e dunque la filiera tutta sono chiamati, ad uno sforzo importante di comprensione del tasso di innovazione che tali prodotti sono in grado di portare.



### 3.a.4. Cemento: utilizzo di materiali sostitutivi del clinker nei cementi

La norma di prodotto – EN 197-1 – consente per la produzione del cemento di variare il contenuto di clinker dal 5 al 95%, introducendo in sua sostituzione materiali che non richiedono la stessa intensità energetica per essere prodotti: questi possono essere scarti o sottoprodotti provenienti da altre attività industriali, come le ceneri volanti (da centrali elettriche a carbone) o le scorie d'altoforno (dalle acciaierie) o naturali come le pozzolane e il calcare. Queste sostituzioni possono ridurre significativamente l'energia richiesta per produrre il cemento e di conseguenza anche le emissioni di CO<sub>2</sub>. Ovviamente la variazione di contenuto di clinker nel cemento ne influenza anche il tipo di utilizzo, questione questa che richiede la sensibilizzazione, la predisposizione e la formazione di tutta la filiera.

Possono al momento individuarsi sette classi di materiali alternativi per sostituire il clinker: il calcare, quello più diffuso, le ceneri volanti, le scorie d'altoforno, la pozzolana naturale, gli scisti calcinati, la pozzolana calcinata e i sedimenti di dragaggio.

Ognuna di queste possibilità presenta però dei condizionamenti tecnici che non consentono ancora di ipotizzare per questi cementi una produzione consolidata ed uno sviluppo consistente, relegandoli ad una presenza limitata sul mercato, anche a causa della scarsa reperibilità di alcuni dei materiali sostitutivi. Attualmente il tenore di clinker nel cemento in Italia si aggira intorno al 75%, numero che potrebbe scendere in modo significativo.

### 3.a.5. Cemento: efficienza elettrica delle produzioni

La fase del processo di produzione del cemento di maggior impatto su cui sarà necessario intervenire è quella della macinazione, a causa dell'elevato consumo elettrico. Inoltre, la produzione di cementi di miscela per realizzare la più significativa sostituzione del clinker con materiali alternativi potrebbe richiedere macinazioni più fini per migliorare lo sviluppo della resistenza iniziale, che potrebbe mostrarsi insoddisfacente nelle granulometrie consuete. Il margine per migliorare le prestazioni di questi cementi è rappresentato dall'ottimizzazione della distribuzione granulometrica dei differenti componenti, che richiederà però una macinazione ad alta efficienza ed anche separata per singolo componente. Sistemi di macinazione a sempre più alta efficienza richiedono ingenti investimenti, ed al momento non se ne intravede un'ampia diffusione.

### 3.a.6. Calcestruzzo: prescrivere la durabilità

Il calcestruzzo è una delle soluzioni per costruire un futuro a emissioni zero per l'Italia e l'Europa. Grazie a prestazioni come resistenza, adattabilità e durabilità è il materiale idoneo a realizzare le infrastrutture, anche quelle a supporto della produzione di energie alternative come le pale eoliche e i loro basamenti e gli edifici ad alta efficienza energetica grazie alla propria elevata capacità termica intrinseca. Il calcestruzzo è fatto per durare e può resistere a grandi sollecitazioni.

Le costruzioni in calcestruzzo possono avere una vita nominale di 50-100<sup>7</sup> anni, ma possono rimanere funzionali per centinaia di anni, se sottoposte a manutenzione ordinaria. La durabilità e la resistenza del calcestruzzo lo rendono ideale per la costruzione di edifici che richiedono livelli di sicurezza eccezionali, come ad esempio centrali nucleari e idroelettriche, dighe, ponti. Le norme nazionali di progettazione delle strutture (D.M. 17 gennaio 2018 Norme tecniche per le costruzioni) prevedono che il calcestruzzo debba essere prescritto considerando l'ambiente in cui si andrà a realizzare l'opera, oltre che le sollecitazioni cui essa dovrà essere sottoposta. Ciò significa prescrivere resistenza e altri parametri di composizione della miscela, compreso il contenuto di cemento, in funzione di classi di esposizione ambientale previste da norme europee (UNI EN 206:2016). Se prescritto dal progettista seguendo queste regole, il calcestruzzo assicura durabilità alla struttura mantenendo i propri requisiti inalterati per la vita utile di servizio e oltre.

**La caratteristica del calcestruzzo di durare nel tempo abilita un minor consumo di risorse non rinnovabili, contribuendo a non impoverire gli ecosistemi e a ridurre le emissioni associate alla realizzazione delle opere edili rispetto ad altri materiali.**

### 3.a.7. Calcestruzzo: per l'efficienza energetica

È importante sottolineare che, dall'analisi di molteplici studi sul ciclo vita degli edifici, la fase di utilizzo degli stessi, prevalentemente legata al consumo di energia termica ed elettrica per il riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione, è quella che mediamente genera un consumo di CO<sub>2</sub>eq superiore all'80% dell'intero fabbisogno dello stabile<sup>8</sup>, nel corso della sua vita utile.

In tal senso dunque, la caratteristica intrinseca del calcestruzzo di esprimere una elevata capacità termica lo rende particolarmente efficace sotto il punto di vista dell'efficienza energetica.

Il termine "Capacità termica" del calcestruzzo si riferisce alla capacità unica dello stesso di immagazzinare energia e rilasciarla su un ciclo giornaliero in tempi maggiori rispetto ad altri materiali, contribuendo quindi alla riduzione dell'energia necessaria per il riscaldamento e il raffreddamento di un edificio, riducendo le dispersioni e fornendo un maggior comfort termico.

Gli edifici generalmente consumano 150-200 kWh/m<sup>2</sup>/anno di energia<sup>9</sup>. I moderni calcestruzzi, grazie alla elevata capacità termica, alla tenuta all'aria a lungo termine e ad altre caratteristiche, possono essere progettati per ridurre i consumi degli edifici a 50 kWh/m<sup>2</sup>/anno o meno<sup>10</sup>.

Mentre l'Europa decarbonizza la propria produzione di energia elettrica, passando alle fonti rinnovabili, e poiché negli edifici si stanno utilizzando sempre più spesso forme di riscaldamento e raffrescamento efficienti, come le pompe di calore (alimentate ad energia elettrica), il calcestruzzo si combina perfettamente con le moderne tecnologie impiantistiche.

Uno studio della Concrete Initiative<sup>11</sup> ha mostrato che la flessibilità fornita

<sup>7</sup> Si è fatto riferimento alla vita nominale minima prescritta nelle NTC per strutture ordinarie e per quelle sottoposte a carichi straordinari

<sup>8</sup> Emission Omission: carbon accounting gaps in the built environment, IISD (International Institute for Sustainable Development)

<sup>9</sup> Building carbon neutrality in Europe, Cembureau

<sup>10</sup> THERMAL MASS. The smart approach to energy performance, Cembureau, 2015

<sup>11</sup> Structural Thermal Energy Storage in Heavy Weight Buildings –Analysis and Recommendations to Provide Flexibility to the Electricity Grid, 2016, by 3E for Cembureau

dalla capacità termica degli edifici potrebbe portare a significativi risparmi sia a livello della rete elettrica (ad esempio riducendo il bisogno di eccesso di capacità per coprire i picchi di domanda fino al 50%) che a livello di singoli edifici, con una conseguente maggiore penetrazione di fonti energetiche rinnovabili e riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (fino al 25% di risparmio di CO<sub>2</sub> per struttura).

### 3.a.8. Calcestruzzo: utilizzo di materiali provenienti da demolizioni e scarti industriali, riciclabilità del fine vita e riuso

Il calcestruzzo può essere prodotto sostituendo parte delle materie prime costituenti con materie di recupero, come nel caso degli aggregati.

Gli aggregati naturali provenienti da cava possono essere sostituiti quasi totalmente da aggregati industriali ovvero da scarti di altri processi industriali come le scorie di acciaieria o da aggregati ottenuti dal riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione. In questo caso vanno rispettate le percentuali di sostituzione imposte dalle Norme tecniche per le costruzioni, stabilite in funzione della resistenza: più è alta la prestazione, minore è la quantità di aggregato grosso da riciclo che si può utilizzare. In media la sostituzione praticabile è di circa il 30%. Con gli aggregati riciclati e industriali possono essere realizzati sia calcestruzzi strutturali, che non strutturali (sottofondi stradali, riempimenti, strati accessori, ecc.).

Nel calcestruzzo possono essere anche utilizzate altre materie prime secondarie come aggiunte (è il caso ad esempio delle ceneri e delle loppe d'altoforno).

Dal punto di vista delle caratteristiche tecniche i materiali da riciclo devono soddisfare gli stessi criteri di quelli naturali e sottostare alle stesse norme di prodotto.

Alla fine della sua vita, **il calcestruzzo può essere completamente riciclato**, sia per la produzione di nuovo calcestruzzo che per altre applicazioni come ad esempio i sottofondi stradali. Inoltre, se le strutture vengono progettate fin dall'inizio per essere facilmente decostruite e disassemblate, i componenti in calcestruzzo potranno essere recuperati e riusati, nella loro forma originale, in una nuova costruzione. Anche le innovative metodologie digitali di progettazione contribuiranno positivamente in tale direzione. In tal modo, oltre a ridursi i costi di costruzione, si andrà a contenere anche la CO<sub>2</sub> associata alla nuova opera da realizzare. È chiaro però che non tutti gli elementi strutturali possono essere riusati e che le strutture devono già essere concepite per essere flessibili sin dall'origine. A maggior ragione è possibile pensare al riutilizzo dell'ampia gamma di prodotti in calcestruzzo non strutturali al termine del loro ciclo di vita; per esempio masselli e lastre impiegati nelle pavimentazioni pubbliche e private o blocchi da muratura. Anche in questo caso dunque, filiera e progettisti devono comprendere appieno le potenzialità che il materiale calcestruzzo è in grado di offrire.

Un altro aspetto da non sottovalutare è quello del c.d. "calcestruzzo di

ritorno”, così identificato per semplicità e per congruenza con la definizione utilizzata in Europa. Si tratta del prodotto reso all’impianto per esubero o per mancata accettazione da parte del cantiere di destinazione. Dal calcestruzzo di ritorno in impianto generalmente si ottengono nuovi beni: nuovo calcestruzzo da fornire, manufatti in calcestruzzo, aggregati per calcestruzzo e per riempimenti o sottofondi stradali. Recenti indirizzi della giurisprudenza rischiano di modificare l’approccio dei produttori di calcestruzzo nei confronti del calcestruzzo di ritorno, fornendo interpretazioni che considerano rifiuto sia il calcestruzzo di ritorno, nel momento stesso in cui viene rimandato indietro dal cantiere, sia gli aggregati che da esso derivano a seguito di separazione meccanica all’interno dell’impianto stesso. Tale interpretazione implicherebbe la necessità di autorizzazione sia per il trasporto in impianto del calcestruzzo di ritorno che per il recupero degli aggregati. Paradossalmente si rende in tal modo prevalente il conferimento in discarica, contravvenendo allo spirito della Circular Economy e di fatto sperperando risorse utili il cui impiego ha già generato un impatto ambientale, generandone uno ulteriore.

È quindi del tutto evidente come **il calcestruzzo risulti parte integrante dell’economia circolare, sia perché accoglie prodotti di scarto di altre filiere e sia per la possibilità di essere completamente riciclato a fine vita.**

Le potenzialità offerte dal settore sono vaste: considerando un dosaggio medio di aggregati nel calcestruzzo e la media di sostituzione del 30% indicata in precedenza, su una produzione di circa 27 milioni di metri cubi di calcestruzzo registrata nel 2018, si stima che si potrebbe ottenere un risparmio di aggregati naturali e, di conseguenza, un mancato conferimento in discarica di materiali di scarto del settore delle costruzioni e demolizioni di 15 milioni di tonnellate (stima Federbeton/Atecap), riducendo di circa il 10% il quantitativo totale di rifiuti speciali generati in Italia nel 2016<sup>12</sup>.

Il mercato nazionale non presenta ancora quantità sufficienti di aggregati riciclati idonei dal punto di vista normativo alla produzione di calcestruzzo strutturale (D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, UNI EN 12620). Ciò spinge i produttori a non poter utilizzare gli aggregati da riciclo, a meno di non andare a reperire il materiale anche a 300 km di distanza, con costi e impatti ambientali legati al trasporto su gomma rilevanti.

La causa è da ricercare nelle **tecniche di demolizione applicate**. In Italia prevalgono le micro-demolizioni che danno origine a materiali nei quali i vari componenti dei rifiuti C&D che si aggiungono al calcestruzzo (vetro, mattoni, intonaci, ecc.) sono rilevanti e pertanto gli aggregati riciclati che ne derivano sono idonei solo per usi non strutturali come i riempimenti o i sottofondi, mentre per l’uso strutturale l’aggregato dovrebbe essere costituito per almeno il 90% da calcestruzzo.

### 3.b. Ricerca applicata

#### 3.b.1. Clinker e leganti innovativi

La ricerca è molto attiva in questo campo e nuovi leganti alternativi sono allo studio. Per questi materiali, la potenziale possibilità di ridurre le

<sup>12</sup> Rapporto Ispra Rifiuti Speciali, edizione 2018

emissioni di CO<sub>2</sub> è legata alla effettiva disponibilità delle risorse ed alle reali applicazioni tecniche. Questo potrebbe significare che probabilmente questi materiali avranno utilizzi di nicchia, coprendo una limitata parte di mercato; tuttavia possibili evoluzioni potrebbero portare a combinare i materiali stessi con quelli tradizionali, riducendo di fatto il consumo di questi ultimi, incrementandone le performance.

Entrando nello specifico, si possono annoverare tra queste innovazioni i clinker belitici (la calcinazione richiede temperature inferiori rispetto al clinker tradizionale e quindi minori qualità di combustibile e di emissioni di CO<sub>2</sub> correlate), i cementi alluminosi (dove la riduzione delle CO<sub>2</sub> è legata alla modifica della composizione chimica della miscela costituente il clinker), i leganti alcalini attivati (Alkali activated binders, ricorso diffuso alle scorie attivate), i cementi alle scorie supersolfatati (Supersulfated slag cements, con un potenziale di riduzione della CO<sub>2</sub> dell'80% rispetto al CEM I), i cementi silicici di calcio carbonatabili (Carbonatable calcium silicate cements, fanno presa a contatto con la CO<sub>2</sub> piuttosto che con l'acqua con un potenziale di riduzione della CO<sub>2</sub> del 60%).

Alla luce delle tipicità che ciascuno di questi prodotti alternativi presenta e al di là delle potenzialità di riduzione della CO<sub>2</sub>, si può pensare che la loro penetrazione nel mercato richiederà tempo, in parte a causa degli elevati investimenti necessari al loro sviluppo, in parte per la mancanza di norme di riferimento, nonché di una filiera di progettazione e utilizzo che dovrà essere sensibilizzata in tal senso. Si può stimare che circa il 5% del cemento possa essere sostituito da questi materiali alternativi entro il 2030 ed il 10% entro il 2050.

### 3.b.2. Calcestruzzo: eco-design e innovazione

L'innovazione è, da sempre, la chiave di volta che ha permesso al calcestruzzo di attraversare da protagonista la storia delle costruzioni in Italia, adattandosi alle diverse tendenze architettoniche e costruttive. La capacità delle imprese del settore di innovare ha permesso di garantire al mercato materiali con prestazioni straordinarie, dal punto di vista della resistenza meccanica, ma anche dell'impatto estetico, dell'adattabilità e della sostenibilità, disegnando un panorama inedito di possibilità per il comparto delle costruzioni.

*Ecco alcuni esempi di calcestruzzi cosiddetti speciali.*

#### ***Il calcestruzzo super longevo (durabilità superiore ai 200 anni)***

L'Università Politecnica delle Marche ha ideato e brevettato una soluzione costruttiva molto interessante: un calcestruzzo che non invecchia. Il prodotto si chiama Heraclex, da Heracles, l'Erocle greco. Rispetto al comune calcestruzzo armato è 4 volte più resistente, 6 volte più durevole, 3 volte più leggero. Questo materiale innovativo ha pertanto una elevata durabilità e riduce quindi gli impatti legati alla vita delle strutture, in particolare quelli legati alla fase di manutenzione delle opere per le quali viene impiegato.

### ***Il calcestruzzo drenante***

Ha la capacità di replicare le modalità con le quali l'acqua si infila nel suolo. In questo modo consente il naturale drenaggio delle acque, riduce il rischio di impermeabilizzazione dei terreni e assicura una difesa rispetto a inondazioni o altri eventi meteorologici importanti. Altri vantaggi sono la riduzione dell'effetto di risalita delle radici delle piante, il rispetto dell'ecosistema nei substrati sottostanti il suolo e la possibilità di riciclare in maniera più incisiva i materiali a fine vita.

È il materiale ideale per la realizzazione delle piste ciclabili, poiché permette di ottenere una superficie liscia e priva di asperità che facilita il passaggio sicuro delle biciclette, ma anche di altre strutture che caratterizzano il tempo libero come i campi sportivi e i parchi giochi, dove il materiale contribuisce a creare una superficie finale stabile e piana, che assorbe la pioggia e evita la formazione di pozzanghere.

Il calcestruzzo drenante è un materiale che conferisce durabilità alle piste ciclabili, riducendo la necessità di manutenzione. Di conseguenza vengono ridotti gli impatti legati alla vita della struttura. Il calcestruzzo drenante è inoltre un materiale chiaro, che riduce l'effetto isola calore, soprattutto in ambiti urbani come quelli nei quali solitamente vengono realizzate le piste ciclabili.

Anche i manufatti in calcestruzzo per la realizzazione di pavimentazioni discontinue possiedono la capacità filtrante qualora costituiti da una matrice macro-porosa, oppure la capacità drenante qualora dotati di fori o di appositi distanziali che consentono all'acqua di passare attraverso fughe maggiorate.

### ***Il calcestruzzo autoriparante***

In Europa il 70% delle infrastrutture sono costruite in calcestruzzo. Questa considerazione e la necessità di mantenere in maniera efficace e semplice un gran numero di strutture ha spinto i ricercatori a mettere a punto un materiale capace di auto-ripararsi. È nato così il calcestruzzo "auto-riparante" che, in caso di fessurazione superficiale, con l'ingresso dell'umidità, attiva una reazione chimica tra particolari additivi detti "cristallizzanti" e i sottoprodotti chimici derivanti dal processo d'idratazione del cemento, formando cristalli aghiformi che di fatto riparano la frattura. Questa innovazione, così come le altre che la ricerca rende oggi disponibili, assicurano il consueto livello di affidabilità e sicurezza, con l'aggiunta di performance superiori e costi più sostenibili.

Questa proprietà aumenta la vita delle strutture, riducendo pertanto il consumo di risorse non rinnovabili per la realizzazione di nuove strutture o la manutenzione dell'opera.

### ***Il calcestruzzo fotoluminescente***

Questo nuovo calcestruzzo sta trovando già molte applicazioni per piste ciclabili, marciapiedi, parcheggi. La miscela contiene degli alluminati ottenuti dagli scarti del vetro, quindi contribuisce a riciclare una frazione di residui

industriali, capaci di assorbire energia solare e riemetterla come fonte luminosa di notte, riducendo il fabbisogno elettrico legato all'illuminazione delle città. La fotoluminescenza è una fonte di energia pulita, rinnovabile e sicura per gli esseri umani e per l'ambiente circostante.

### 3.b.3. Digital fabrication per elementi strutturali

L'industria delle costruzioni, o meglio dell'ambiente costruito, come ogni altro settore economico è interessata dai grandi mutamenti imposti dalla diffusione delle tecnologie dell'informazione.

Tra queste sempre di maggiore interesse sono le implicazioni nell'utilizzo del Building Information Modeling (BIM), uno standard di comunicazione destinato ad avere sempre più diffusione nel futuro per lo scambio di dati, a partire dall'idea progettuale fino alla gestione del costruito.

Il BIM può sintetizzarsi come segue:

- è la rappresentazione digitale dell'edificio o più in generale del costruito, delle sue caratteristiche fisiche e funzionali;
- consente di integrare in un modello unico tutte le informazioni necessarie nelle diverse fasi di progettazione, e realizzazione e gestione di un'opera;
- rappresenta l'opera nel suo complesso lungo tutto il ciclo di vita.

Un modello BIM, in sostanza, non è solo una rappresentazione tridimensionale di un oggetto costruito, ma è anche l'insieme di tutte le informazioni riguardanti l'edificio o le sue parti. All'interno di un modello BIM trovano, ovviamente, spazio anche i materiali da costruzione.

Per i produttori di materiali e prodotti, e nello specifico per i produttori di calcestruzzo, il BIM significa scambio efficace delle informazioni, garanzia di tracciabilità, certezza delle caratteristiche dei materiali a tutto vantaggio di una corretta prescrizione del materiale e di un suo corretto utilizzo.

La digitalizzazione delle costruzioni è una delle **sfide che le imprese stanno abbracciando. La gestione digitale** del cantiere garantisce la massima tracciabilità delle informazioni e quindi dei materiali e prodotti utilizzati all'interno dell'opera. Grazie all'applicazione di modellizzazioni digitali (BIM) è possibile, a fine vita, conoscere l'esatta posizione e le caratteristiche dei materiali **facilitando la demolizione selettiva, il recupero e il riciclo.**

La stampa 3D è una tecnologia che sta trasformando i processi costruttivi, soprattutto grazie alla capacità dei materiali cementizi di rispondere alle esigenze di fluidità e plasmabilità richieste da queste nuove tecniche. Le unità di stampa 3D possono agevolmente essere trasportate presso i cantieri e consentono di ridurre i tempi di costruzione, lo spreco di materia prima e il costo complessivo delle opere. Nelle zone interessate da calamità naturali o terremoti, la stampa di case 3D in calcestruzzo potrà rappresentare una risorsa cruciale per assicurare un tetto alle persone colpite, in tempi rapidi e con costi sostenibili per le amministrazioni pubbliche.



## 4. La misurazione delle performance degli impatti degli edifici

La combinazione di parte o tutti gli interventi rappresentati potrà essere correttamente rappresentata e misurata in base al risultato in termini di impronta ambientale.

In tale ottica sono di aiuto i vari sistemi di certificazione di sostenibilità degli edifici come Leed, Bream, ecc. o le etichette ambientali di prodotto (EPD, Carbon footprint, ecc.) che non devono però essere solo utilizzati per confrontare tra loro i diversi materiali da costruzione come calcestruzzo, legno e acciaio, ma per conoscerne le proprietà e valutarne l'efficacia in funzione dell'applicazione specifica.

Anche strumenti come il Green Public Procurement sono fondamentali per orientare le scelte dei progettisti, quantomeno negli appalti pubblici, verso edifici sostenibili. L'Italia da questo punto di vista è un Paese virtuoso, poiché è stata la prima nazione europea a introdurre l'obbligo di inserire i Criteri Ambientali Minimi (CAM) nei bandi attraverso il nuovo Codice degli Appalti, il D.Lgs. 50/2016, e ha un CAM specifico per l'edilizia, il D.M. 11 ottobre 2017.

Resta però ancora molta strada da fare per la completa applicazione dei CAM edilizia negli appalti pubblici, per problemi di mancanza di conoscenza da parte delle Amministrazioni locali, soprattutto piccole, di diffidenza di progettisti, enti appaltanti e imprese di costruzione nei confronti di opere realizzate con materiali e manufatti prodotti sostituendo parte delle materie prime con materiali di recupero.

La filiera del cemento e calcestruzzo sta operando su vari fronti per cercare di risolvere queste barriere, promuovendo seminari e corsi formativi, collaborando col Ministero dell'Ambiente per la revisione dei CAM edilizia e la redazione dei CAM sulle infrastrutture e promuovendo fra le proprie aziende associate schemi di responsabilità estesa che garantiscano il pieno soddisfacimento di prerogative essenziali quali etica, rispetto dell'ambiente e delle persone, controllo dei processi produttivi e dei componenti nel quadro di un prodotto e di un'industria sostenibile.

Queste caratteristiche sono già oggi i punti di riferimento per la filiera del calcestruzzo e devono essere valorizzati per rendere il giusto merito e riscattare l'immagine di un prodotto talvolta considerato povero e non in linea con le future richieste di materiali innovativi.

## 5. Breakthrough Technologies: Carbon Capture Storage and Usage

Tutte le azioni viste sin qui per la riduzione della CO<sub>2</sub> diretta, legata ai processi produttivi dei materiali cemento e calcestruzzo, a causa delle limitazioni intrinseche conseguenti al processo di decarbonazione della



materia prima, non sono pienamente sufficienti per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi.

La svolta chiave sarebbe la cattura del carbonio. Poiché la maggior parte delle emissioni legate alla produzione di cemento sono emissioni di processo, la CO<sub>2</sub>, una volta isolata dal resto dei gas e resa pura, potrebbe essere catturata, conservata o utilizzata successivamente.

La CO<sub>2</sub> catturata durante la produzione di cemento può diventare una materia prima per nuovi combustibili, fibre di carbonio e prodotti chimici o, idealmente, materiali da costruzione. In effetti, attraverso lo sviluppo di varie tecnologie di cattura, e la loro forte attenzione sia per lo stoccaggio che per il riutilizzo, l'industria europea del cemento è leader nella ricerca e nella realizzazione di impianti pilota.

Se verrà dimostrato dai progetti pilota che queste tecnologie avranno successo, saranno necessari significativi investimenti e dimostrazioni su larga scala per mobilitare la catena del valore e assicurare l'accettazione di queste tecnologie da parte del mercato, arrivando a una domanda sufficiente e raggiungerne la redditività commerciale. L'industria del cemento e la filiera delle costruzioni avranno necessità di ottenere forme di sostegno finanziario, fino alla effettiva maturazione di tale tecnologia.

Ecco di seguito elencati alcuni progetti in atto.

## Carbon Capture

### ECRA

Sulla base di un'ampia ricerca intrapresa dall'European Cement Research Academy (ECRA), verrà implementata la tecnologia dell'ossicombustione in due cementifici europei: HeidelbergCement e LafargeHolcim, che dedicheranno gli impianti di Colleferro (Italia) e Retznei (Austria), rispettivamente, per testare per la prima volta in che modo il processo di produzione del cemento possa essere adattato per accogliere questa innovativa tecnologia. Il progetto richiederà un volume di investimenti significativo e si baserà sui contributi dell'industria, ma sarà anche necessario ottenere finanziamenti pubblici significativi.

### LEILAC (Low Emissions Intensity Lime And Cement)

È un progetto di ricerca Horizon 2020. LEILAC ha l'obiettivo di arrivare ad ottenere una tecnologia di cattura del carbonio rivoluzionaria, che consenta all'industria europea del cemento e della calce di ridurre drasticamente le emissioni di CO<sub>2</sub> senza significative penalizzazioni energetiche o di capitale. Il progetto LEILAC si basa su una tecnologia chiamata separazione diretta, che mira a consentire la riduzione delle emissioni di processo legate alla produzione di calce e cemento.

La tecnologia riprogetta i flussi di processo esistenti di un calcinatore tradizionale, riscaldando indirettamente il calcare tramite una speciale nave in acciaio. Questo esclusivo sistema consente di catturare CO<sub>2</sub> pura mentre viene rilasciata dal calcare, in quanto i gas di scarico del forno vengono

tenuti separati.

È anche una soluzione che non richiede ulteriori prodotti chimici o processi e richiede modifiche minime ai processi convenzionali per la produzione del cemento in quanto sostituisce semplicemente il calcinatore.

Il progetto ha una durata di cinque anni, dal 2016 al 2020, e coinvolge importanti partner industriali, tecnologici e di ricerca e sviluppo. L'impianto pilota sarà ospitato da Heidelberg Cement a Lixhe in Belgio.

#### NANOMEMC2 - membrane di nano-materiali potenziate per la cattura del carbonio

Il progetto, finanziato in ambito Horizon 2020 e di un progetto di ricerca coreano, mira a ridurre i limiti di costo, energia e processo che attualmente rendono i processi di cattura della CO<sub>2</sub> in fase di pre e post-combustione non sempre efficaci in molte applicazioni industriali. Attraverso lo sviluppo di materiali innovativi, membrane e processi a membrana per la cattura della CO<sub>2</sub>, il progetto ha come obiettivo di ridurre i consumi energetici legati al processo di cattura e i relativi costi. Ciò consentirà un cambiamento radicale nell'implementazione delle tecnologie di cattura e stoccaggio del carbonio (CCS) nell'industria europea, rendendo accessibile il loro potenziale per ottenere significativi risparmi sulle emissioni di CO<sub>2</sub>.

#### SCARLET - Applicabilità su ampia scala della tecnologia basata sul ciclo del carbonato di calcio per un'efficace cattura della CO<sub>2</sub> da impianti elettrici e industriali

SCARLET è un progetto di ricerca di tre anni finanziato dal 7° Programma Quadro dell'UE con l'obiettivo di ottenere informazioni e strumenti affidabili per il miglioramento del processo Calcium Carbonate Looping (CCL) e la pre-ingegnerizzazione di un impianto CCL da 20 MW a partire dall'impianto pilota autosufficiente. Il progetto fornirà una valutazione tecnica, economica e ambientale di questa promettente tecnologia, nonché le nozioni fondamentali per l'ampliamento e l'integrazione delle strutture CCL prima della commercializzazione.

#### CLEANKER - Clean clinker production by calcium looping process

Il progetto intende verificare la possibilità di "catturare" l'anidride carbonica generata durante il ciclo produttivo del cemento evitandone il rilascio in atmosfera. La ricerca è finanziata all'interno di Horizon 2020. L'iniziativa, che vede coinvolti 12 partner europei ed uno cinese, è coordinata dal Leap (Laboratorio Energia Ambiente Piacenza), società consortile operante nel settore energetico e ambientale partecipata da Politecnico di Milano, Università Cattolica di Milano ed enti territoriali piacentini. Il progetto è stato avviato il 1° ottobre 2017 e vede lo stabilimento Buzzi Unicem di Vernasca ospitare un impianto pilota, primo al mondo, attualmente in stato di realizzazione, che per i prossimi anni sperimenterà e validerà la tecnologia del Calcium Looping (CaL) applicata al settore del cemento.

### Carbon Reuse

#### CO<sub>2</sub>MIN

Il progetto triennale di ricerca "CO<sub>2</sub>MIN" di HeidelbergCement e RWTH Aachen University (RWTH Aachen) ha l'obiettivo di studiare l'assorbimento

di CO<sub>2</sub> dai gas di scarico da parte dei minerali olivina e basalto. In futuro, i minerali "carbonizzati" potrebbero essere utilizzati come additivi a valore aggiunto nella produzione di materiali da costruzione. HeidelbergCement e RWTH Aachen sono supportati dall'Istituto di Potsdam per gli studi sulla sostenibilità avanzata (IASS) e dalla start-up olandese Green Minerals. Il Ministero dell'Istruzione e della ricerca (BMBF) tedesco sta finanziando il progetto, iniziato il 1 giugno 2017.

#### **BIOFUEL SYSTEMS & CEMEX**

Gli agrocombustibili sono molto controversi in termini di impatto ecologico, in particolare per il loro effetto sui prezzi delle materie prime agricole. Dopo le prime due generazioni di biocarburanti, da molti anni la ricerca si è orientata verso "alga-combustibili", la terza generazione dei biocarburanti, che riproducono naturalmente la creazione di combustibile fossile in pochi giorni, grazie alla fotosintesi delle microalghe. Dai primi test condotti è risultato che il processo sarebbe stato troppo costoso. Bio Fuel System, un'azienda spagnola fondata dopo cinque anni di ricerca con le università di Alicante e Valencia, ha sviluppato il primo "processo di conversione energetica accelerata". A tal fine è prevista l'implementazione in impianti che emettono grandi quantità di CO<sub>2</sub> di tubazioni verticali dove le microalghe si moltiplicano a causa della CO<sub>2</sub> e della fotosintesi. Ogni giorno metà delle tubazioni viene rimossa e centrifugata per essere ripulita, per ricominciare il ciclo il giorno successivo.

#### **CARBON8**

Il sistema utilizza la Tecnologia di Carbonizzazione Accelerata (ACT), un trattamento per rifiuti industriali e terreni contaminati. Realizzato in base a oltre 20 anni di ricerca, permette una cattura permanente del biossido di carbonio. I prodotti del processo brevettato sono materiali a contenuto zero di carbonio per l'industria delle costruzioni.

## 6. Cosa chiediamo: verso costruzioni sempre più sostenibili

### 6.a. Implementazione della disciplina End of Waste

In Italia i forni da cemento con capacità superiore alle 500 t/g di clinker sono soggetti al rilascio dell' A.I.A. (Autorizzazione Integrata Ambientale) - Titolo III-bis della Parte Seconda del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 e successive modificazioni. L'ente competente al rilascio dell'A.I.A. è la Regione territorialmente competente o la Provincia delegata dalla Regione.

L'A.I.A. deve applicare le BAT (Best Available Techniques) ovvero le Migliori Tecniche Disponibili (MTD), che consentono di limitare il più possibile "a monte" ogni eventuale produzione di emissioni nocive nell'ambiente. L'AIA sostituisce le autorizzazioni ambientali di settore necessarie per l'esercizio degli impianti, fra cui l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera e l'autorizzazione al recupero.

Per riciclare/recuperare uno scarto occorre sapere quando, a quali condizioni e per fare cosa un rifiuto cessa di essere tale (End of Waste). Tuttavia, ad oggi solo per vetro, metalli, CSS e fresato d'asfalto sono state definite le regole europee o nazionali comuni che consentono la trasformazione da rifiuto a prodotto.

Per le altre tipologie di rifiuto, come alternativa al recupero del rifiuto tal quale in processi all'uopo autorizzati, resta solamente la possibilità di qualificazione in termini di materia prima seconda a seguito di procedure di recupero laddove previsto dal d.m. 5 febbraio 1998, nel caso di rifiuti non pericolosi. Va tenuto presente che dalla sua emanazione il decreto è stato aggiornato una sola volta e che, seppur lodevole per il suo impianto e la numerosità delle frazioni di scarto considerate, risulta obsoleto e pertanto incompleto, in quanto non comprende tutti i nuovi rifiuti e tutti i processi di riciclo in linea con le moderne tecnologie o tutte le possibili risorse ottenibili dai rifiuti.

L'unica altra alternativa, che consisterebbe nella fissazione di specifici criteri di cessazione della qualifica di rifiuto da parte di autorizzazioni ordinarie al recupero rilasciate "caso per caso" dalle autorità territoriali competenti (Regione o Provincia delegata), al termine di apposite procedure in cui si valutano gli impatti ambientali complessivi e si tiene conto di tutti i possibili effetti negativi della sostanza sull'ambiente, è stata inibita.

Invero, la sentenza n. 1229 del Consiglio di Stato del 28 febbraio 2018 ha evidenziato che la normativa italiana non contemplerebbe la possibilità di definizione di criteri "caso per caso", il che ha determinato un blocco degli iter autorizzativi in corso per centinaia di impianti.

La recente conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 18 aprile 2019, n.32, recante "disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione" (cosiddetto Sblocca-cantieri),

all'art. 1 comma 19, interviene sul tema end of waste, ribadendo purtroppo le sole possibilità:

1. di autorizzare in via ordinaria gli impianti che recuperano specifiche tipologie di rifiuti di cui ai d.m. 5 febbraio 1998, 12 giugno 2002, n. 161, e 17 novembre 2005, n. 269, rispettando le prescrizioni tecniche presenti negli allegati dei decreti, ma al di sopra dei limiti quantitativi ivi previsti;
2. di autorizzare con le procedure semplificate le stesse operazioni di recupero alle condizioni e per i quantitativi indicati nelle medesime disposizioni sopracitate.

Molte delle materie prime di recupero che attualmente vengono utilizzate nel processo produttivo del cemento in sostituzione di quelle naturali e gli aggregati da riciclo dai rifiuti da costruzione e demolizione utilizzati nel calcestruzzo in sostituzione di quelli provenienti da cava, non sono però contemplati dall'Allegato 1, Suballegato 1 al d.m. 5 febbraio 1998 e pertanto rimangono escluse dalla possibilità, per le imprese che li recuperano, di ottenere nuove autorizzazioni o rinnovi di quelle in scadenza.

Per quanto riguarda gli aggregati da riciclo per il calcestruzzo, occorre segnalare che essi rappresentano il principale strumento affinché il calcestruzzo possa soddisfare il d.m. 11 ottobre 2017, recante i Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia, il quale prevede un contenuto minimo di riciclato nel materiale del 5%. Senza provvedimenti normativi che aiutino a dare regole certe per l'utilizzo degli aggregati provenienti dai rifiuti inerti, per i quali tra l'altro si è ancora in attesa dell'emanazione del decreto End of Waste dedicato, le imprese del settore si troveranno nell'impossibilità di rispondere ai bandi di gara pubblici.

Tanto costituisce un ostacolo alla realizzazione degli obiettivi della Direttiva 2008/98, come l'incentivazione ad applicare la gerarchia dei rifiuti, o al recupero dei rifiuti e all'utilizzazione dei materiali di recupero per preservare le risorse naturali e consentire l'attuazione di un'economia circolare, come recentemente ammonito dalla Corte di Giustizia nella sentenza 28 marzo 2019 in causa C-60/18.

Infatti, sebbene sia certamente auspicabile poter disporre di decreti End of Waste a livello nazionale per ogni filiera di riciclo, ciò è reso difficile sia dalla grande quantità di filiere esistenti e dalla costante evoluzione dei prodotti di partenza, che cambiano frequentemente il mix di materie prime con le quali sono fabbricati, sia dalla necessità di adeguare continuamente gli impianti e i materiali riciclati alle tecnologie innovative e alle richieste del mercato.

**E' urgente pertanto prevedere norme che permettano a tutto il sistema industriale di poter adempiere ai principi dell'economia circolare, con le stesse condizioni di mercato.**

**Alla luce di queste considerazioni Federbeton si unisce alle posizioni espresse da Confindustria, Fondazione Sviluppo Sostenibile e altri soggetti di carattere sia industriale**

che scientifico/culturale, chiedendo a Governo e Parlamento una modifica del Testo unico ambientale (d.lgs. 152 del 2006 – art. 184 ter) affinché, in assenza di regolamenti dell’UE e decreti ministeriali End of Waste, si consenta espressamente alle autorità territoriali di stabilire i criteri di cessazione della qualifica di rifiuto, come da sempre consentito dalla disciplina europea e specificatamente previsto dalla nuova Direttiva Quadro sui rifiuti e come a suo tempo già chiarito dal Ministero Ambiente stesso con la nota n. 10045 del 1 luglio 2016. L’estrema urgenza della situazione di stallo che si sta venendo a creare richiede che tale modifica si attui anche prima dei tempi di recepimento della nuova Direttiva Quadro sui rifiuti, che è andata a modificare la 98/2008/CE, previsti per luglio 2020.

Solo in questa maniera potranno essere adottate regole adeguate ai nuovi sistemi produttivi e alle nuove tecnologie di recupero per addivenire ad un vero “sviluppo sostenibile”, che non escluda nessun settore che possa contribuire in maniera efficace alla chiusura del ciclo dei rifiuti, tutelando parallelamente l’ambiente e lo sviluppo economico del Paese.

Sarebbe inoltre importante accelerare l’iter di approvazione del decreto End of Waste sui rifiuti inerti, il cui iter è pendente al Ministero dell’Ambiente da oltre due anni. Grazie a tale decreto si abbatterebbero le barriere burocratiche poste al riciclo dei rifiuti C&D come aggregati per calcestruzzo, poiché verrebbero chiariti i criteri in base ai quali il rifiuto inerte può considerarsi un aggregato e le proprietà e le prestazioni che esso deve possedere per gli usi legati e non legati.

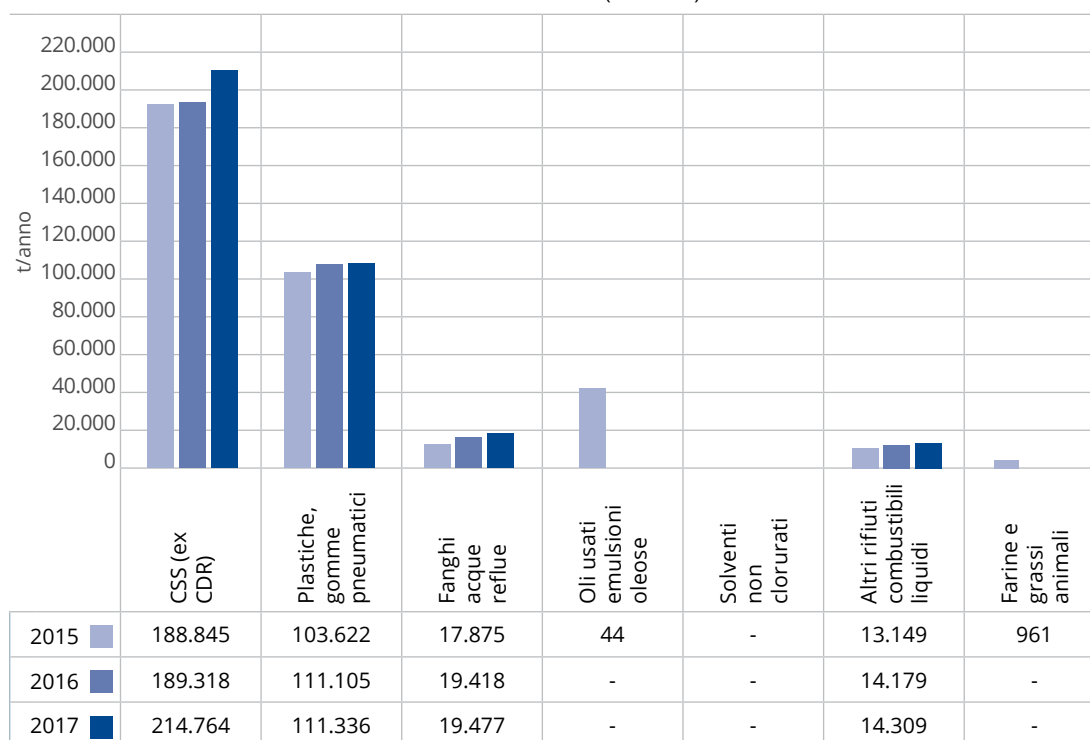
Federbeton evidenzia inoltre un problema legato all’applicazione del D.M. 22/2013 End of Waste sui CSS che, a cinque anni dalla sua emanazione, non ha portato ancora risultati evidenti in termini di produzione e di utilizzo di tali combustibili alternativi.

Ad oggi l’Italia è all’ultimo posto come percentuale di sostituzione calorica (17% a fronte di una media europea del 44%). Ciò a causa delle barriere culturali, della cosiddetta sindrome Nimby (Not In My Backyard) che caratterizza sempre di più il nostro Paese e delle tesi che vorrebbero equiparare il co-processamento degli scarti per il recupero energetico all’incenerimento dei rifiuti.

La sostituzione dei combustibili fossili in cementeria con i CSS, oltre ai benefici ambientali descritti nei capitoli precedenti, permette di risolvere il problema dei materiali che residuano dalla raccolta differenziata, che non possono essere recuperati altrimenti e che non dovrebbero essere smaltiti in discarica.

Andrebbe pertanto sostenuto con provvedimenti normativi di incentivazione, con campagne informative da parte del Ministero dell’Ambiente, il ruolo del co-processamento degli scarti post-raccolta differenziata come combustibili alternativi in cementeria, in modo da contribuire alla chiusura del ciclo dei rifiuti. L’utilizzo dei CSS in cementeria rappresenta anche un’alternativa alla termovalorizzazione, laddove non siano sufficienti gli impianti esistenti, aiutando le comunità locali a risolvere il problema del trattamento dei rifiuti non riciclabili, con riduzione quindi anche della tariffa rifiuti a carico dei cittadini.

## RECUPERO DI **ENERGIA DAI RIFIUTI** (t/anno)



### 6.b. Sostegno ai progetti di efficienza energetica

#### (TEE) di settore

L'industria del cemento, caratterizzata da elevati consumi di energia che incidono notevolmente sui costi di produzione, è da sempre attenta a una gestione oculata e orientata al risparmio energetico conseguibile attraverso la realizzazione di interventi impiantistici e gestionali di efficientamento energetico dei processi e dei servizi.

Come conferma uno studio effettuato da RSE-Ricerca Sistema Energetico nell'aprile 2018, che analizza gli interventi effettuati in Italia negli ultimi dieci anni dall'industria del cemento, per i quali sono stati presentati con esito positivo progetti volti all'ottenimento di Titoli di Efficienza Energetica, le principali azioni migliorative sui consumi energetici hanno riguardato i seguenti aspetti:

- revamping dei forni di cottura;
- recupero di calore dai gas esausti;
- ammodernamento dei sistemi di gestione e controllo;
- installazione di inverter;
- interventi sui mulini;

impiego di fonti rinnovabili in parziale sostituzione di combustibili fossili. Oggi la principale possibilità di efficientamento del settore è legata alla possibilità di utilizzare Combustibili Solidi Secondari (CSS) in parziale

sostituzione delle fonti fossili non rinnovabili utilizzate ai forni di cottura. Il loro utilizzo contribuisce alla riduzione del consumo dei combustibili fossili e la quota di calore derivante dalla biomassa contenuta nei CSS può essere considerata neutra, in analogia allo schema ETS (Emission Trading System) relativo alle emissioni di CO<sub>2</sub> che considera nulle le emissioni derivanti dalla combustione della biomassa.

Le richieste del settore in materia sono riconducibili alla necessità di accelerare il percorso verso livelli di sostituzione dei combustibili fossili in linea con i livelli raggiunti in altri Paesi europei, come richiamato nel punto 3.a.2.

Nel nostro Paese infatti nel 2017, solo il 17,3% del calore necessario per produrre il cemento è stato ottenuto da combustibili alternativi (per un totale di 360 mila tonnellate) mentre il restante 82,7% è stato ottenuto da combustibili fossili non rinnovabili. Del 17,3% del calore di sostituzione proveniente dai combustibili alternativi, l'aliquota di biomassa in essi contenuta rappresenta invece il 5,6% di tutto il calore necessario per la produzione del cemento.

**LA PRIMA RICHIESTA** è quella di considerare il contenuto biogenico dei combustibili alternativi calcolando il consumo specifico al netto della biomassa, cioè il consumo di calore per unità di prodotto calcolato sulla base del contributo della parte fossile e non rinnovabile di tutti i combustibili utilizzati, tradizionali ed alternativi, che risulterà inferiore rispetto al consumo specifico ex ante.

L'utilizzo di combustibili alternativi contenenti biomassa, in parziale sostituzione dei combustibili fossili, comporterebbe così un miglioramento dell'efficienza, elemento richiesto dal decreto correttivo sui certificati bianchi (decreto MISE 10 maggio 2018) e inteso come una riduzione di consumo di energia da fonti fossili a parità di clinker prodotto.

**LA SECONDA RICHIESTA** è relativa all'interpretazione autentica della previsione di recepimento della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili contenuta nel decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 e recante le specifiche tecniche per gli impianti che utilizzano biomasse per la produzione di energia termica.

Il legislatore italiano ha purtroppo omesso di circoscrivere l'ambito di applicazione della norma in maniera chiara agli impianti di riscaldamento e raffreddamento degli edifici e questa indeterminazione è idonea ad ingenerare gravi incertezze applicative. Si suggerisce di precisare in via interpretativa la disposizione, allineandola al dettato europeo, specificando che l'efficienza di conversione almeno dell'85% è applicabile solamente al riscaldamento e raffreddamento degli edifici residenziali e commerciali e non già agli impianti industriali.

#### 6.c. Adeguamento delle normative dei cementi e apertura a leganti idraulici innovativi e sperimentali

La versione vigente della norma europea armonizzata EN 197/1 prescrive cinque classi di cemento, combinando i vari costituenti e variandone le percentuali (tra cui anche quella del clinker). La revisione in atto della norma prevede sei classi (è stato aggiunto il CEM VI) ed un ulteriore ampliamento delle combinazioni dei costituenti del cemento arrivando a definirne 39 tipi (contro i 27 precedenti), introducendo quindi anche miscele a minor



contenuto di clinker, mantenendo ovviamente inalterate le performance di resistenza e di durabilità. La criticità per la futura produzione di questi cementi sarà l'effettiva disponibilità dei costituenti da utilizzare in sostituzione del clinker, alcuni dei quali provenienti da settori industriali in forte riduzione delle proprie produzioni. Questi prodotti, che saranno introdotti dalla nuova edizione della EN 197-1, dovranno inoltre essere riconosciuti dal mercato e soprattutto richiesti anche dalle prescrizioni delle Committenze per l'edilizia pubblica e privata nella redazione dei capitolati di fornitura dei materiali.

Nell'ambito della normazione tecnica di prodotto (CEN a livello europeo e UNI a livello nazionale) si sottolinea la necessità di prevedere fin da subito il riconoscimento formale della fase sperimentale, in modo da considerare non solo i cementi ma anche i leganti idraulici con forti caratteristiche di innovazione, alcuni dei quali vengono già prodotti e che hanno ottenuto certificazioni ETA. Questo potrebbe essere ottenuto intervenendo sia sulle prescrizioni normative che sulle procedure di approvazione delle norme tecniche.

#### 6.d. Strumenti di incentivazione alla realizzazione di edifici a emissioni zero

Per favorire la transizione verso gli edifici a elevatissime prestazioni energetiche (i cosiddetti NZEB-Nearly Zero Energy Building), occorre un progetto di portata analoga a quella di Industria 4.0 che interessi tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio, dalla progettazione alla costruzione e alla manutenzione, gestione e dismissione. Un ipotetico piano Costruzioni 4.0 in grado di produrre uno shock economico positivo per le costruzioni paragonabile a quanto avvenuto per l'industria.

Come già evidenziato nel paragrafo 2.c., gli impatti maggiori di un edificio, soprattutto in termini di emissioni di gas clima-alteranti, provengono dalla fase di uso degli edifici: in particolare riscaldamento, raffrescamento e manutenzione.

Risulta pertanto fondamentale incentivare una progettazione integrata che utilizzi l'LCA, come peraltro previsto dal nuovo Codice degli Appalti, non per il confronto dei materiali, ma per studiare come minimizzare gli impatti dell'opera nel complesso.

Oltre a ciò, è indispensabile dare continuità agli strumenti di incentivazione fiscale rendendo strutturali tutti i meccanismi incentivanti oggi previsti:

- le detrazioni fiscali per interventi di efficienza energetica (ecobonus)
- gli incentivi per la riduzione del rischio sismico (sismabonus)
- le misure che permettono la cedibilità del credito fiscale corrispondente alla detrazione.

La continuità è finalizzata a dare una prospettiva più ampia e un contesto stabile e certo per cittadini e imprese evitando le incertezze delle proroghe annuali.

È inoltre necessario intervenire puntualmente sul sistema fiscale per

eliminare e/o semplificare gli elementi di squilibrio che impediscono le operazioni di rigenerazione urbana.

Innanzitutto, occorre operare per favorire la “rottamazione dei vecchi fabbricati” attraverso interventi di “sostituzione edilizia”, agevolando, con una tassazione di favore, la permuta tra vecchi edifici e nuove costruzioni con caratteristiche energetiche completamente rinnovate, sicure da un punto di vista sismico ed efficienti sotto il profilo energetico.

Occorre poi favorire l'estensione territoriale del sismabonus anche alle zone sismiche 2 e 3, così da incentivare gli interventi più complessi di riqualificazione del costruito in chiave antisismica e in linea con i più moderni standard energetici, tenuto conto che, in molti casi, per rendere un edificio effettivamente sicuro da un punto di vista sismico, sono più efficaci la demolizione e la sua sostituzione.

Infine, occorre incentivare un vero processo di rigenerazione urbana, attraverso la sostituzione edilizia, rimuovendo uno dei principali paradossi dell'attuale prelievo fiscale, che penalizza chi investe nel prodotto nuovo di qualità e premia, invece, chi compra un prodotto immobiliare con caratteristiche costruttive ed energetiche completamente da rinnovare.

#### 6.e. Incentivazione e formazione finanziata ai progettisti

Alcune leve per superare le criticità espresse nel presente documento non possono non passare per meccanismi di incentivo o premialità, che possiamo distinguere in due tipologie:

- incentivi alla filiera industriale
- incentivi alle figure maggiormente coinvolte nelle decisioni che orientano le costruzioni verso orizzonti di maggiore o minore sostenibilità ovvero i progettisti.

Dal punto di vista industriale, è necessario sostenere lo sviluppo e la diffusione di tecnologie emergenti e innovative a basse emissioni di carbonio per la produzione di clinker e cemento.

A tal fine, si dovrà:

- garantire che il settore del cemento sia idoneo a meccanismi di investimento che sfruttino finanziamenti privati per tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio e attraverso la promozione di partenariati pubblico-privato (ad esempio il fondo di innovazione EUETS).
- Sviluppare quadri politici a lungo termine che prevengano la rilocalizzazione delle emissioni di carbonio (carbon leakage). La sicurezza degli investimenti e adeguati quadri economici sono i presupposti per lo sviluppo di tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio all'interno dell'UE.
- Coordinare i quadri normativi per CCS/CCU (Carbon Capture and Storage/Utilization) a livello internazionale e cooperare con l'industria per espandere significativamente gli sforzi per istruire e informare il pubblico e le principali parti interessate sullo stoccaggio del carbonio e costruirne l'accettazione sociale.
- Fornire supporto e accesso ai finanziamenti per la ricerca per lo sviluppo di tecniche di elaborazione e test delle prestazioni dei materiali.

- Possono fungere da supporto allo sviluppo del mercato degli aggregati riciclati incentivi non solo di carattere fiscale, ma anche basati su meccanismi premiali messi in atto dall'Amministrazione pubblica, come nel caso del Comune di Bologna che ha previsto nel proprio Regolamento edilizio incrementi dei volumi concessi nel caso si utilizzino aggregati riciclati nei materiali che verranno impiegati nelle strutture da realizzarsi.

Per quanto riguarda i progettisti, per abbattere le barriere culturali nei confronti di materiali prodotti recuperando gli scarti di altri processi produttivi, dovrebbe essere potenziata la formazione finanziata, in particolare sul tema degli Appalti verdi (Green Public Procurement) e sul Life Cycle Assessment applicato alla progettazione degli edifici, previsto tra l'altro anche dal nuovo Codice degli Appalti.

Nello specifico si tratterebbe di focalizzare la formazione per architetti/ingegneri sulle applicazioni del calcestruzzo per la sostenibilità ambientale, facendo loro conoscere le sue potenzialità: accogliere materiali da riciclare, capacità termica elevata, riduzione dell'effetto isola calore, integrazione e interazione con gli altri materiali da costruzione (legno e acciaio).

Sarebbe inoltre opportuna un'adeguata formazione di progettisti e enti appaltanti sull'utilizzo dei diversi tipi di cemento e calcestruzzo in commercio per promuovere un uso efficiente sia dal punto di vista ambientale che della durabilità delle strutture, basando l'informazione sulla conoscenza delle norme tecniche vigenti e delle prestazioni dei materiali e dei prodotti.

