

**CGIL**



**Centro Studi**

**OSSERVATORIO FILLEA  
“GRANDI IMPRESE E LAVORO”  
2015**

a cura di  
**Alessandra Graziani e Giuliana Giovannelli**



**MATERIALI DA COSTRUZIONE**  
**LE TENDENZE INNOVATIVE NELL'INDUSTRIA DEL**  
**CEMENTO**

**ROMA, febbraio 2015**

## LE TENDENZE INNOVATIVE NELL'INDUSTRIA DEL CEMENTO

a cura di **Alessandra Graziani e Giuliana Giovannelli<sup>1</sup>**

### INDICE

- 3 Il settore del cemento nella crisi economica**
- 5 Fronteggiare la crisi con l'innovazione sostenibile**
- 6 Innovazione di prodotto**
  - I compositi
  - Nanomateriali e nanocomponenti
  - I riciclati
  - Ricerche e sperimentazioni in corso
- 15 Innovazione di processo**
  - Riduzione dell'impatto ambientale del processo produttivo
  - Riduzione del fabbisogno energetico
  - Riduzione del fabbisogno di materie prime
  - Impiego di combustibili alternativi
  - Riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera
  - Miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza
- 20 Potenzialità del mercato dei titoli di efficienza energetica**
- 22 Bibliografia e sitografia**

*In copertina: Centro ricerca Italcementi i.lab, (Fonte: [www.italcementi.it](http://www.italcementi.it))*

---

<sup>1</sup> **Centro Studi Fillea Cgil: [Alessandra Graziani politicheabitative@filleacgil.it](mailto:Alessandra.Graziani@filleacgil.it)  
[Giuliana Giovannelli abitaresostenibile@filleacgil.it](mailto:Giuliana.Giovannelli@filleacgil.it)**

## IL SETTORE DEL CEMENTO NELLA CRISI ECONOMICA

Non si può parlare di innovazione nell'industria di produzione del cemento senza accennare alla situazione economica del settore, profondamente segnata dalla crisi e dalle sue ripercussioni sulla struttura imprenditoriale.

Nel 2013, sulla scia della dinamica del settore delle costruzioni nelle principali economie continentali, si è attenuata la fase fortemente negativa dei consumi di cemento in ambito europeo.

La produzione di cemento ha registrato un decremento pari all'1,2% nell'area UE 28, attestandosi a circa 157 milioni di tonnellate. Nell'area UE 28, a livello di singolo paese, la produzione di cemento mostra un evidente rallentamento nella contrazione rispetto all'anno precedente. La Germania ha registrato, infatti, un decremento del 2,3%, confermandosi il primo produttore a livello continentale con 31,7 milioni di tonnellate. La Francia, la Spagna e la Polonia rilevano una contrazione della produzione (rispettivamente -3,0%, -14,5% e -7,5%), ma in misura sensibilmente inferiore rispetto al 2012. Unico tra i principali paesi dell'area UE 28 a mostrare una dinamica positiva è il Regno Unito, che ha registrato un incremento della produzione pari al 7,2%, a un livello di 8,5 milioni di tonnellate.

Nel 2013 la produzione di cemento in Italia ha registrato un ulteriore decremento pari al 12,0%, attestandosi a 23,1 milioni di tonnellate. L'Italia mantiene comunque la propria posizione di secondo paese produttore nell'area UE 28, alle spalle della Germania. A livello territoriale le aree maggiormente colpite sono state il Nord (-13,3%) e il Centro (-16,1%). Il Sud e le Isole, invece, hanno registrato cali simili (rispettivamente -8,0% e -8,5%), ma inferiori rispetto alla media nazionale.

I consumi di cemento hanno proseguito la loro contrazione con un decremento su base annua pari al 15,1%, a fronte di un volume complessivo di 21,7 milioni di tonnellate.

Continua, quindi, la grave crisi che attanaglia il settore del cemento e che si è manifestata al culmine del più lungo ciclo espansivo (dieci anni) rilevato a partire dal dopoguerra.

Dal 2006 al 2013 i consumi di cemento si sono infatti più che dimezzati rispetto al picco di 46,9 milioni di tonnellate. La forte caduta dei consumi si inserisce nell'ambito di un quadro macroeconomico nazionale di evidente difficoltà nel corso degli ultimi sei anni, che ha comportato un calo generalizzato in tutti i comparti del settore delle costruzioni.

Tale scenario ha determinato modifiche strutturali in un settore che, per le caratteristiche del processo produttivo, è molto più strutturato rispetto ai restanti settori industriali della filiera delle costruzioni, sebbene in Italia il livello di concentrazione industriale risulti meno elevato rispetto all'estero.

La crisi perdurante ha comportato la concentrazione delle produzioni negli impianti più efficienti e in maggior prossimità dei cantieri aperti.

Attualmente l'83,6% della produzione è realizzato dalle prime 11 aziende produttrici nazionali, e 28 sono in tutto le società attive nel settore.

RIPARTIZIONE DELLA PRODUZIONE TRA LE MAGGIORI AZIENDE – ANNO 2013 MAJOR FIRMS PRODUCTION PERCENTAGES – YEAR 2013		
		%
Italcementi	(1 azienda e 18 unità / 1 firm and 18 plants)	21,7%
Buzzi Unicem	(1 azienda e 13 unità / 1 firm and 13 plants)	17,5%
Colacem	(1 azienda e 8 unità / 1 firm and 8 plants)	16,7%
Cementir	(1 azienda e 4 unità / 1 firm and 4 plants)	7,0%
Cementi Rossi	(1 azienda e 3 unità / 1 firm and 3 plants)	5,2%
Holcim	(1 azienda e 2 unità / 1 firm and 2 plants)	5,2%
Cementerie Aldo Barbetti	(1 azienda e 2 unità / 1 firm and 2 plants)	3,4%
Cementeria di Monselice	(1 azienda e 1 unità / 1 firm and 1 plant)	2,5%
Cementizillo	(1 azienda e 2 unità / 1 firm and 2 plants)	1,7%
Cal.me	(1 azienda e 3 unità / 1 firm and 3 plants)	1,7%
Cementi Moccia	(1 azienda e 1 unità / 1 firm and 1 plant)	1,0%
Altre aziende / Other firms	(17 aziende e 22 unità / 17 firms and 22 plants)	16,4%
Totale / Total	(28 aziende e 79 unità / 28 firms and 79 plants)	100,0%

Fonte: Aitec

Altro elemento caratterizzante del settore è l'eterogeneità degli operatori, in quanto sono presenti sul mercato nazionale sia gruppi multinazionali che aziende di medie e piccole dimensioni, operanti a livello nazionale o anche soltanto a livello locale.

I dipendenti coperti da contrattazione collettiva sono il 100%. Il contratto maggiormente applicato, Cemento, Calce e Gesso, è stato rinnovato nel 2013 in ambito Federmaco (Federazione Italiana Materiali di Base per le Costruzioni).

Il totale degli addetti delle Aziende associate Aitec<sup>2</sup> è pari, nel 2013, a 6.621 dipendenti, l'8,9% in meno rispetto al 2011. Di questi, il 55,7% sono operai ed il 40,3% sono quadri, con una buona rappresentanza di genere in questi ultimi.

Nonostante il perdurare della situazione di crisi, che ha portato numerosi comparti industriali a contrarre in modo significativo il loro numero di addetti, l'industria del cemento ha contenuto, per ora, a circa il 9% la riduzione media dei propri lavoratori.

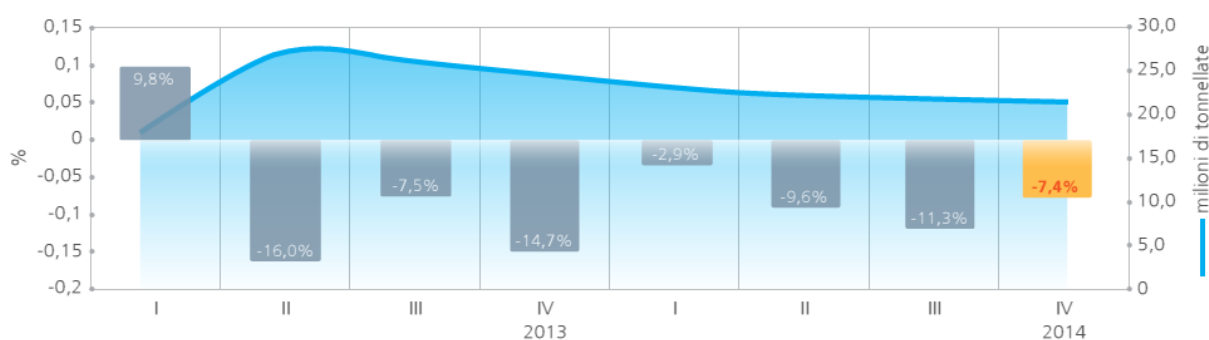
Gli ultimi aggiornamenti sull'andamento 2014 vedono una produzione cumulata nell'anno, da gennaio ad agosto, pari a 14.265.208 tonnellate, -6,9% rispetto allo stesso periodo del 2013; le consegne pari a 12.718.431 tonnellate (-7,6%); le esportazioni in lieve flessione dopo il boom del trimestre precedente, a 1.563.827 tonnellate (-1,6%).

<sup>2</sup> AITEC, Associazione Italiana Tecnico Economica del Cemento, è l'organo di rappresentanza dell'industria cementiera nazionale dal 1959. Aderente a Confindustria e membro di Cembureau (Associazione Europea del Cemento) riunisce tutte le principali aziende del settore, che rappresentano circa il 90% della produzione nazionale di cemento.

Il peso dell'export continua ad aumentare nel 2014, arrivando a rappresentare il 10,9% del totale prodotto nel periodo gennaio-agosto, ma permane per ragioni strutturali, legate soprattutto all'elevata incidenza del trasporto sul costo finale del prodotto, l'impossibilità di considerarlo uno sbocco per compensare la carenza di domanda interna.

## CONSUMI NAZIONALI DI CEMENTO

	TRIMESTRI									
	2013		I 2014		II 2014		III 2014		IV 2014	
	(migliaia t.)	Var. % su 2012	(migliaia t.)	Var. % su 2013	(migliaia t.)	Var. % su 2013	(migliaia t.)	Var. % su 2013	(migliaia t.)	Var. % su 2013
Consumi	21.702	-15,1%	4.452	-2,9	5.491	-9,6	5.162	-11,3	-4.838	-7,4



Fonte: Aitec

Le aspettative per l'intero 2014 permangono negative, con un rallentamento della caduta di produzione che dovrebbe attestarsi intono all'8%, sotto la soglia dei 20 milioni di tonnellate.

Anche riguardo al calcestruzzo, dall'anno di inizio della crisi e fino alla fine del 2012, la produzione del calcestruzzo preconfezionato si è quasi dimezzata (-44,4%, quasi 6 punti percentuali in più della media europea), passando da 72,5 a 40,2 milioni di mc. La flessione risulta ancora più marcata se si considera che anche il 2006 è stato per l'Italia un anno di crisi per il calcestruzzo, sicché il bilancio 2006-2012 si chiude con una perdita complessiva del 45,2%.

La metà circa della produzione di calcestruzzo preconfezionato è realizzata nelle regioni dell'Italia settentrionale, un quinto circa nell'Italia centrale, poco meno di un quarto in quella meridionale e appena un decimo nelle due regioni insulari.

## FRONTEGGIARE LA CRISI CON L'INNOVAZIONE SOSTENIBILE

Come abbiamo visto, il settore industriale del cemento è tra quelli maggiormente strutturati nella filiera delle costruzioni: molte grandi aziende, anche multinazionali, gruppi complessi, con capogruppo quotate in borsa, occupati dipendenti e qualificati, processo produttivo complesso e grandi impianti di produzione. Un altro elemento caratterizza questo comparto produttivo, dal punto di vista ambientale: l'elevato fabbisogno energetico e il rilevante impatto ambientale delle lavorazioni.

La concentrazione e la strutturazione del settore costituiscono un fattore propedeutico all'innovazione: grandi aziende, multinazionali, dotate di ingenti capitali e che operano in contesti globali, che devono dunque essere all'avanguardia nella ricerca e nell'innovazione per competere con i colossi mondiali del cemento.

Questo accade anche in questi tempi di crisi e, nonostante il ridimensionamento delle risorse disponibili, la strategicità della ricerca e dell'innovazione è riconosciuta, dai grandi gruppi multinazionali del cemento, come una priorità per mantenere una posizione competitiva nel contesto globale.

Abbiamo, in Italia, eccellenze da questo punto di vista: prima tra tutte Italcementi, che attraverso due centri di ricerca (a Bergamo in Italia e a Guerville, in Francia), partecipa a progetti nazionali e internazionali<sup>3</sup> ed è in grado di brevettare ogni anno numerosi prodotti innovativi a base di cemento, nonché implementare diversi progetti improntati principalmente alla sostenibilità dei prodotti cementizi e dei relativi processi produttivi<sup>4</sup>. Per quanto riguarda gli altri gruppi, Buzzi Unicem svolge la propria attività di ricerca prevalentemente attraverso la controllata tedesca Dyckerhoff<sup>5</sup>, Cementir in Danimarca, ad Aalborg, con la controllata CemMiljo<sup>6</sup>.

L'elevato impatto ambientale del ciclo produttivo del cemento costituisce un limite al suo sviluppo, specialmente in un contesto, come quello europeo, particolarmente attento alla sostenibilità ambientale delle produzioni. Esso è stato ed è tuttora, d'altro canto, uno stimolo all'innovazione, ed è dunque da considerare un'opportunità, l'unica vera sfida per il cambiamento del settore e per la sua competizione rispetto ad alternative tecnologiche nella costruzione.

Ed è infatti su questo piano dello sviluppo sostenibile che si muovono le principali direttrici dell'innovazione e dello sviluppo del settore, direttrici che illustreremo in modo sintetico nei prossimi paragrafi.

## INNOVAZIONE DI PRODOTTO

I produttori di materiali hanno iniziato un percorso di innovazione da molto tempo, ed hanno spesso beneficiato degli effetti del trasferimento tecnologico da altri settori manifatturieri ad elevata innovazione. Parliamo spesso, nel caso dei materiali da costruzione, di innovazioni adattive, ovvero di gradualità miglioramenti dei manufatti che offrono prestazioni sempre più elevate, rispetto al prototipo tradizionale. In questo studio limiteremo l'analisi dei materiali innovativi al settore del cemento. La distinzione dei

---

<sup>3</sup> Di assoluto rilievo il progetto europeo Picada, nell'ambito del quale Italcementi ha sperimentato e brevettato il TX Active®, principio fotocatalitico capace di abbattere agenti inquinanti organici ed inorganici presenti nell'aria. Nel 2009 Il Centro Tecnico di Gruppo (CTG) ha iniziato a collaborare ai progetti di ricerca EUROPEI «Clear-up» e «PhotoPaq».

<sup>4</sup> Tra i più recenti, in ordine di tempo, l'innovazione di prodotto relativa al calcestruzzo Fonisocal, contenente materiali plastici riciclati, e il lancio del Programma di Miglioramento dell'Innovazione, per ottimizzare le potenzialità della ricerca aziendale rispetto alle opportunità del mercato.

<sup>5</sup> Interessante il progetto sottoscritto con il Ministero della Ricerca tedesco sullo sviluppo delle nanotecnologie nelle costruzioni, nell'ambito del programma nazionale WING, "Innovazione dei materiali per l'industria e la società"

<sup>6</sup> La ricerca è prevalentemente indirizzata verso le produzioni di combustibili alternativi (materie prime costituite da scarti di produzioni industriali e rifiuti provenienti da abitazioni private).

materiali in famiglie che qui proponiamo (compositi, nanomateriali, naturali-riciclati) è funzionale ad una migliore analisi delle loro caratteristiche, ma non esaurisce la complessità dell'evoluzione tecnologica in corso. In realtà, l'innovazione nei materiali da costruzione (e non solo in questo settore) si sta sempre più orientando verso tre tendenze complementari: la miniaturizzazione, il recupero e l'ibridazione. Lo studio e la sperimentazione sui materiali arriva ad interessare la scala microscopica, e con i nanomateriali si manipola la materia a livello molecolare, ottenendo prestazioni molto più elevate rispetto ai materiali tradizionali. L'esigenza di ridurre il consumo di risorse naturali limitate spinge l'industria a recuperare e riciclare una quantità sempre maggiore di materiali provenienti da precedenti cicli produttivi industriali (in questo caso edilizi). Altra tendenza in corso è quella dell'ibridazione, ovvero dell'associazione o mescolanza di materiali diversi a formarne uno nuovo con diverse e più performanti caratteristiche. I materiali per l'edilizia sono spesso degli ibridi: i compositi stessi associano più materiali, ma esistono compositi con materiali riciclati, compositi fibrorinforzati nano strutturati, ecc. In questi nuovi materiali si perde l'identità materica originale per guadagnare una identità prestazionale.

Di seguito introdurremo alcuni concetti esplicativi delle singole famiglie di materiali (compositi, nano materiali, riciclati), con schede tecniche esemplificative di alcuni prodotti cementizi.

Gli esempi non sono esaustivi dei materiali innovativi presenti sul mercato, piuttosto identificano prodotti già sperimentati e diffusi, oppure particolarmente rilevanti per le caratteristiche innovative. Dal panorama che questa rassegna restituisce è possibile fare alcune osservazioni in merito alle potenzialità di sviluppo delle nuove famiglie di prodotti, e alle conseguenze nella trasformazione dei processi produttivi.

## **I compositi**

Un materiale *composito* è un insieme a struttura disomogenea, costituito da due o più materiali che, pur conservando ciascuno la propria identità, contribuiscono sinergicamente ad ottenere prestazioni superiori a quelle derivanti dalla somma delle prestazioni dei singoli elementi. Il materiale composito si dice avanzato quando presenta soluzioni che, componendo per mezzo di procedure molto sofisticate matrici e fibre di varia natura, raggiungono risultati eccezionali nel rapporto prestazioni-peso. In edilizia i compositi maggiormente utilizzati sono i GFRP (Glass Fiber Reinforced Plastics) e, più recentemente, i CFRP (Carbonium Fiber Reinforced Plastics).

Un materiale *composto* è invece un prodotto costituito da due o più materiali di partenza che hanno perso le loro caratteristiche di origine. Il nuovo prodotto è in grado di ottenere prestazioni superiori a quelle derivanti dalla somma delle prestazioni dei singoli elementi di partenza.

Nel caso dei materiali cementizi molto utilizzati sono i compositi fibro rinforzati costituiti da matrici organiche e inorganiche ad alta deformazione, come i quelli a matrice polimerica applicati per rinforzi strutturali, anche con funzione antisismica.

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

## COMPOSITI

**Caratteristiche innovative**

Pannelli in grado di fare filtrare la luce ma allo stesso tempo solidi e isolanti. Costituenti principali: cemento Type I 52.5 R, Sabbia/ghiaia silico-calcareo, fibre di acciaio inossidabile, fibre di polipropilene, mix di additivi. Rispetto ai prodotti contenenti fibra ottica già presenti sul mercato oltreconfine, permette il passaggio di un cono di luce maggiore, è più tenace ed è più economico.

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Le potenzialità di sviluppo sono correlate alla qualità estetica, alla facilità di messa in opera, al miglior uso della luce naturale. Tra gli ostacoli allo sviluppo vi sono: una non completa sostenibilità delle materie di cui è composto (cemento e resina) e l'esistenza di prodotti con qualità estetiche similari anche se di differente resistenza.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale l'introduzione di nuovi materiali nell'edilizia non comporta profonde trasformazioni nel processo produttivo in stabilimento, né nelle fasi lavorative in cantiere. Le trasformazioni indotte sono relative e riguardano le singole fasi produttive interessate ma non stravolgono l'organizzazione generale del cantiere e del lavoro come accade nel caso delle nuove tecnologie edilizie. Sostanzialmente si impiegano le stesse tecnologie e analoghi macchinari. E' comunque necessaria una formazione specifica dei lavoratori, sia per la produzione in stabilimento che per la posa in opera del materiale.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro, ma si aggiungono o si trasformano fasi produttive. Necessaria formazione e specializzazione ai vari livelli.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

I materiali compositi possono presentare impatti ambientali e rischi, in relazione ai loro componenti. Particolare attenzione meritano i materiali compositi fibrosi.

## i.light

**ITALCEMENTI**

Pannello prefabbricato di cemento trasparente, composito mat. cementizio-resina. Calcestruzzo strutturale con fibre in polipropilene o acciaio

**Certificazioni azienda**

Italcementi aderisce al WBCSB, UNGC (global Compact delle Nazioni Unite). Carbon Footprint, validazione raccolta dati secondo la ISO 14064-1. Certificazione ISO 14001. Presenta Rapporto di sostenibilità.

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

## COMPOSITI

**Caratteristiche innovative**

L'impiego di fibre in un sistema cementizio migliora la risposta del materiale alla propagazione delle fessure indotta dall'insorgere delle tensioni di trazione. Le fibre possono essere: fibre di polipropilene, utili a contrastare il ritiro plastico superficiale riducendo così il rischio di fessurazioni delle strutture; fibre di acciaio che incrementano sensibilmente la resistenza a flessione e agli urti del materiale, contrastando inoltre il ritiro igrometrico. Test di laboratorio hanno determinato la miscelazione appropriata, in relazione ai volumi del getto da eseguire e alle prestazioni richieste dall'opera.

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Indicato per la realizzazione di strutture in cui è necessario ridurre gli effetti del ritiro e dove sia richiesta durabilità e resistenza a forti sollecitazioni e usura (pavimentazioni, strutture idrauliche soggette ad erosione, c/c a spruzzo, pile di ponti fluviali in alveo, murature in assenza di armature che richiedono elevate proprietà meccanica e resistenza al fuoco). Ostacoli: la suscettibilità ad attacchi corrosivi di fibre ad alto contenuto di carbonio, e l'orientamento dell'industria della prefabbricazione verso i calcestruzzi autocompattanti per i migliori comportamenti testati.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale l'introduzione di nuovi materiali nell'edilizia non comporta profonde trasformazioni nel processo produttivo in stabilimento, né nelle fasi lavorative in cantiere. Le trasformazioni indotte sono relative e riguardano le singole fasi produttive interessate ma non stravolgono l'organizzazione generale del cantiere e del lavoro come accade nel caso delle nuove tecnologie edilizie. Sostanzialmente si impiegano le stesse tecnologie e analoghi macchinari. E' comunque necessaria una formazione specifica dei lavoratori, sia per la produzione in stabilimento che per la posa in opera del materiale.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono o si trasformano fasi produttive. Necessaria formazione e specializzazione ai vari livelli.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

I materiali compositi possono presentare impatti ambientali e rischi, in relazione ai loro componenti. Particolare attenzione meritano i materiali compositi fibrosi.

## Fibreo

**HOLCIM Italia Spa**

Calcestruzzo strutturale con fibre in polipropilene o acciaio

**Certificazione azienda**

Presenta Rapporto di sostenibilità. Socio GBC Italia.

Fonte: Fillea Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio*, Rapporto 2012



Interessante anche un brevetto della Italcementi, *i.light*, costituito da un nuovo tipo di materiale cementizio che, legando particolari resine, consente di fabbricare pannelli che trasmettono la luce (vedi scheda prodotto).

## Nanomateriali e nanocomponenti

La nanotecnologia è un ramo della scienza applicata e della tecnologia che si occupa del controllo della materia su scala dimensionale inferiore al micrometro (in genere tra 1 e 100 nanometri) e della progettazione e realizzazione di dispositivi in tale scala.

Il termine "nanotecnologia" indica genericamente la manipolazione della materia a livello atomico e molecolare, e in particolare si riferisce a lunghezze dell'ordine di pochi passi reticolari (un passo reticolare è la distanza che separa i nuclei atomici in un solido).

Per quanto riguarda i nanomateriali e i nanoprodotto, bisogna specificare che non esistono ancora definizioni comunemente accettate. In questo studio faremo riferimento alla seguente definizione:

1. un nanomateriale è un materiale particellare contenente nanoparticelle o agglomerati o aggregati di queste in forma solida o disperse in un liquido, o nanostrutture interne o esterne o domini nanometrici;
2. un nanoprodotto è un prodotto in cui viene deliberatamente inserito un nanomateriale al fine di condizionarne le proprietà.

Le nanoparticelle sono definite particelle "ingegnerizzate" (sintetiche, per distinguerle dalle particelle nanometriche "naturali" che si formano, per esempio, durante le eruzioni vulcaniche) di dimensioni 1-100 nm. Queste particelle possono essere di tipo solubile o insolubile. Al momento, il termine nanoparticelle comprende solamente le particelle insolubili perché sono queste a presentare un interesse fondamentale rispetto ai potenziali effetti termici nelle nanoapplicazioni. Attualmente, tuttavia, si dibatte circa i possibili effetti termici delle particelle nanometriche solubili, anche in considerazione della trasformazione che subiscono nell'ambiente.

Attraverso la manipolazione della materia a livello microscopico è possibile far acquistare ai prodotti caratteristiche e proprietà diverse da quelle che essi presentano allo stato naturale: maggiore igroscopicità, resistenza al fuoco, antibattericità ecc...

Le potenzialità di sviluppo di queste tecnologie nell'industria delle costruzioni sono molto elevate, sebbene il loro uso sia per ora limitato perché le tecniche e i nanoingredienti costano troppo e non consentono, allo stato attuale, di ottenere prodotti in grado di competere con quelli già esistenti. Essi sono principalmente utilizzati in cementi e cls, materiali isolanti e rivestimenti. Solo le grandi multinazionali ed alcune università forniscono i nano materiali (sono necessarie complesse le fasi di laboratorio per la loro produzione), distribuendoli poi al mercato delle altre imprese. Tra le varie categorie di materiali per l'edilizia derivanti da nanotecnologie, quelli fotocatalitici, basati sul trattamento con biossido di titanio, rappresentano i materiali maggiormente sviluppati, per cui è oggi largamente presente sul mercato un'offerta di prodotti innovativi.

La loro presenza sul mercato è in lento ma costante aumento, e questo può costituire un

fattore critico non facilmente risolvibile, poiché le nano particelle, proprio per la loro forma e dimensione microscopica, presentano potenziali rischi per la salute, non ancora del tutto conosciuti. Quando si lavora con questi materiali, è di conseguenza consigliabile procedere con un approccio precauzionale.

Molti sono ormai i materiali cementizi autopulenti e foto catalitici impiegati per intonaci e pavimentazioni che utilizzano nano particelle di biossido di titanio: il principio TX Active della Italcementi è forse il più noto esempio italiano, diffuso a livello internazionale. Esiste una gamma molto ampia di additivi per cementi e calcestruzzi dalle funzioni varie, come ad esempio i superfluidificanti a base di polimeri modificati per cls preconfezionati della Mapei.

**ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO**

**NANOMATERIALI**

**Caratteristiche innovative**

Tx Active, azione catalitica generata dal biossido di Titanio nella forma anatasio e cemento, prodotto ecocompatibile certificato per malte, pitture, intonaci e pavimentazioni. Presente nelle specifiche di: TX Aria (inquinamento) abbattimento del 30% della tossicità dell'aria; TX Arca (estetica) ridurre l'effetto negativo dello sporco rappresentato da comuni particelle di polvere

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Grandi potenzialità per la sua funzione di abbattimento degli inquinanti (Nox) (per manti stradali es. Bergamo, v. Borgo Palazzo; per gallerie con il sistema di vernice più lampade UV ,es. Roma galleria Umberto I, per cementi autopulenti ,es. Chiesa Dives in Misericordia, Roma, arch. Meier e per tegole cementizie) Mantiene nel tempo la sua efficienza, ma soprattutto per le pavimentazioni è necessaria la pulizia.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale le nanotecnologie, eccezion fatta per le fasi di laboratorio in cui si producono le particelle ingegnerizzate, e le fasi di miscelazione in stabilimento, non prevedono uso di tecnologie differenti dal consueto, semmai le fasi lavorative necessitano di maggiore controllo. La produzione dei materiali delle nanoparticelle si effettua invece in laboratorio chimico, da personale altamente specializzato. Per la posa in opera e per la rimozione è necessaria una formazione specifica dei lavoratori.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono fasi produttive (fasi di laboratorio). Necessaria formazione e specializzazione.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

Le nanoparticelle, per la loro forma e dimensione microscopica, presentano potenziali rischi per la salute, non ancora del tutto conosciuti. Quando si lavora con questi materiali, è di conseguenza consigliabile procedere con un approccio precauzionale.

**Tx Active**



**Italcementi**

Legante fotoattivo. Gamma proposta TX Aria (cemento specifico con cui confezionare pitture, malte e rasanti,intonaci,calcestruzzi. Trova applicazione in strutture orizzontali, in strutture verticali e in galleria, per migliorare l'aria e per aumentare la sicurezza.) e TX Arca. (per la realizzazione di opere architettoniche di pregio,manufatti in calcestruzzo, prefabbricati o gettati in opera

**Certificazione prodotto e azienda**

Deposizione di nove brevetti sulla fotocatalisi. Tra i soci fondatori del GBC Italia. Crediti LEED per IP. Presenta Rapporto di sostenibilità

Fonte: Fillea Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio*, Rapporto 2012

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

## NANOMATERIALI - COMPOSITI

## K 1710-Pura calce

**Caratteristiche innovative**

Bio-intonaco tradizionale di fondo, ad azione pozzolanica fibrinforzato, a base di pura nano calce per interni ed esterni. La calce estremamente pura è priva di metalli pesanti. Risulta essere ultrafine (molto inferiore ai 2 µm), rendendo possibile un impasto estremamente lavorabile, ma soprattutto consentendo un veloce processo di carbonatazione successiva. Le fibre introdotte, di natura esclusivamente inorganica, diminuiscono sensibilmente il rischio di formazione di cavillature ed efflorescenze. Il prodotto è esente da materie plastiche di qualsiasi tipo.

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Riducono la quantità d'acqua da aggiungere alla miscela pur garantendo una buona lavorabilità nel tempo e in condizioni critiche (alte temperature). Inoltre garantiscono buone proprietà meccaniche raggiunte in tempi brevi. Si segnala inoltre il possibile sviluppo dello stesso in nuove applicazioni per settori non convenzionali, come il trattamento dei materiali inerti dall'aggiunta dell'additivo.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale le nanotecnologie, eccezion fatta per le fasi di laboratorio in cui si producono le particelle ingegnerizzate, e le fasi di miscelazione in stabilimento, non prevedono uso di tecnologie differenti dal consueto, semmai le fasi lavorative necessitano di maggiore controllo. La produzione dei materiali delle nanoparticelle si effettua invece in laboratorio chimico, da personale altamente specializzato. Per la posa in opera e per la rimozione è necessaria una formazione specifica dei lavoratori.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono fasi produttive (fasi di laboratorio). Necessaria formazione e specializzazione.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

Le nanoparticelle, per la loro forma e dimensione microscopica, presentano potenziali rischi per la salute, non ancora del tutto conosciuti. Quando si lavora con questi materiali, è di conseguenza consigliabile procedere con un approccio precauzionale.

**FASSA BORTOLO Spa**

Biointonaci Pura calce. Malta secca a base di pura nano-calce naturale, nano polveri ad azione pozzolanica, fibre inorganiche e pregiati inerti selezionati tra le migliori rocce carbonatiche.

**Certificazione azienda e prodotto**

Marchio CE, norma EN 934-2, ISO, OHSAS 18001, 9001:2008, l'EMAS III, Socio GBC. Dichiarazione ambientale.

Prodotto conforme alla Norma UNI EN 998-1

Certificato ANAB ICEA

Soddisfa i requisiti dei crediti dello standard LEED

Fonte: Fillea Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio*, Rapporto 2012

**I riciclati**

I prodotti naturali utilizzano direttamente materie prime che si trovano in natura, e possono essere trattati in modo tale da allungare al massimo il loro tempo di vita utile, per ridurre la quantità totale prelevata in natura, oppure possono essere riciclati, dopo il loro ciclo di vita, e riutilizzati per produrre altri materiali attraverso un processo di rigenerazione industriale.

Un materiale riciclato è appunto rilavorato da materiale recuperato (rigenerato) mediante un processo di lavorazione e trasformato in un prodotto finale o in un componente da incorporare in un prodotto. L'esigenza di minimizzare gli impatti ambientali derivanti dalle attività umane, e dai processi industriali in particolare, ha portato ad uno sviluppo importante della ricerca applicata nel campo dei materiali, mirante a limitare al massimo l'impiego di materie prime naturali e a massimizzare l'impiego di materiali riciclati nei prodotti e nei componenti. Importante anche l'esigenza di ridurre le emissioni tossiche o nocive nei prodotti in commercio. Anche in edilizia stanno crescendo industrie e distretti produttivi specializzati, sistemi informativi dedicati.

Si tratta di un processo che coinvolge quasi tutti i materiali per l'edilizia, e che può presentare interessanti opportunità di sviluppo, anche a livello di filiera. Ci sono importanti distretti della bioedilizia che stanno crescendo e si stanno consolidando in Italia. Si possono inoltre creare interessanti micro economie locali, legate alla raccolta, al recupero e al riciclaggio dei rifiuti, con sviluppo di attività di filiera e creazione di nuova occupazione, legata non solo all'attività produttiva della "materia seconda", ma anche alle fasi a monte.

Nuovi rischi per la salute e la sicurezza non sono generalmente ascrivibili ai materiali naturali, che sono costituiti da materia prima naturale rigenerabile, dunque hanno un impatto ambientale pressoché nullo e non presentano criticità legate alle fasi di lavorazione e all'uso.

Anche i materiali riciclati possono presentare le stesse caratteristiche, a patto che sia controllata la fase di differenziazione del rifiuto/materiale di recupero, per evitare la presenza, al loro interno, di sostanze tossiche o pericolose.

Nel settore del cemento, sono molto impiegati malte, massetti e intonaci bioedili, o i calcestruzzi drenanti, come il Pervious Concrete, della Italcementi. La ricerca dei maggiori gruppi del cemento si concentra su prodotti con alto contenuto di materiali riciclati, come il Cemento Termico (Italcementi), oppure sull'impiego di materia di recupero nel processo produttivo (molto interesse suscitano l'uso della loppa d'altoforno e della pula di riso nella cementificazione; vedi innovazione di processo).

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

### NATURALI RICICLATI

#### Caratteristiche innovative

cemento termico con le stesse caratteristiche di durabilità e resistenza dei calcestruzzi tradizionali, ma con coefficienti di conducibilità termica molto bassi, grazie alla presenza di aggregati provenienti da materiali inorganici di riciclo che vengono opportunamente trattati per ottenere materiali con caratteristiche innovative. Fra le proprietà del materiale, la bassa conducibilità termica, l'elevata permeabilità al vapore e l'apprezzabile inerzia termica.

#### Potenzialità e ostacoli allo sviluppo

Le soluzioni previste riguardano sia gli impieghi strutturali che la produzione di pannelli compositi per la formazione di setti o rivestimenti di facciata, sempre a base di materiali cementizi, con gradi di finitura superficiale diversificati e tali da poter sostituire le tradizionali finiture a base di intonaco. Sostenibilità nell'intero ciclo di vita. Possibile utilizzo di isolanti appropriati invece che cemento.

#### Trasformazione del processo produttivo

In linea generale l'introduzione di nuovi materiali nell'edilizia non comporta profonde trasformazioni nel processo produttivo in stabilimento, né nelle fasi lavorative in cantiere. Le trasformazioni indotte sono relative e riguardano le singole fasi produttive interessate ma non stravolgono l'organizzazione generale del cantiere e del lavoro come accade nel caso delle nuove tecnologie edilizie. Sostanzialmente si impiegano le stesse tecnologie e analoghi macchinari. Per la posa in opera è necessaria una formazione specifica dei lavoratori.

#### Trasformazione della filiera produttiva

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono fasi produttive (fasi di raccolta e recupero). Necessaria formazione e specializzazione.

#### Nuovi rischi salute e sicurezza

I materiali riciclati possono presentare ottime performance ambientali, alle quali si associano bassi livelli di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Tutto ciò si verifica, però, solo se viene adeguatamente controllata la fase di differenziazione del rifiuto/materiale recuperato, per evitare la presenza, al suo interno, di sostanze tossiche o pericolose.

### i.clime



#### ITALCEMENTI

cemento termico, aggregati provenienti da materiali inorganici di riciclo opportunamente trattati per ottenere un prodotto alleggerito non nocivo. Impermeabile all'acqua e in grado di conferire ottime proprietà isolanti ai manufatti.

#### Certificazione prodotto

Brevettato da Italcementi  
Norme UNI di riferimento

Fonte: Fillea Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio*, Rapporto 2012

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

## NATURALI RICICLATI

**Caratteristiche innovative**

Cementi a basso contenuto di clinker, prodotto con energie rinnovabili e aggregati riciclati post-consumer concorrono all'abbattimento delle emissioni di agenti inquinanti nell'atmosfera e contribuiscono a preservare l'ambiente naturale. Utilizzano materie a basso impatto ambientale, sia nella fase produttiva che in quella di smaltimento.

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Calcestruzzo indicato per qualsiasi getto di cantiere, anche strutturale. Indicato per cantieri soggetti a certificazione LEED. Lo stoccaggio avviene mediante sacchi in polietilene, in parte di riciclo, che possono essere recuperati mediante raccolta rifiuti differenziata.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale l'introduzione di nuovi materiali nell'edilizia non comporta profonde trasformazioni nel processo produttivo in stabilimento, né nelle fasi lavorative in cantiere. Le trasformazioni indotte sono relative e riguardano le singole fasi produttive interessate ma non stravolgono l'organizzazione generale del cantiere e del lavoro come accade nel caso delle nuove tecnologie edilizie. Sostanzialmente si impiegano le stesse tecnologie e analoghi macchinari. Per la posa in opera è necessaria una formazione specifica dei lavoratori.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono fasi produttive (fasi di raccolta e recupero). Necessaria formazione e specializzazione.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

I materiali riciclati possono presentare ottime performance ambientali, alle quali si associano bassi livelli di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Tutto ciò si verifica, però, solo se viene adeguatamente controllata la fase di differenziazione del rifiuto/materiale recuperato, per evitare la presenza, al suo interno, di sostanze tossiche o pericolose.

Il composto Beton più, presente nel sacco, limita lo sviluppo di polveri durante la fase di impasto con acqua.

## Beton più

**GRAS CALCE**

Calcestruzzo Strutturale Ecosostenibile (Rck 25N/mmq). Prodotto composto da cemento e aggregati silicei.

**Certificazione prodotto**

Norma UNI EN 206-1

## ANALISI DEI MATERIALI INNOVATIVI DEL SETTORE CEMENTO

## NATURALI RICICLATI

**Caratteristiche innovative**

Composizione: MATERIALE C&D + SABBIA DI FONDERIA + LEGANTE IDRAULICO (CEMENTO) + ACQUA. Si tratta di una miscela di materiali le cui proporzioni e i quantitativi sono stati prefissati in base agli studi di laboratorio, al fine di ottenere caratteristiche fisico-meccaniche adattabili alle esigenze della sovrastruttura da realizzarsi.

**Potenzialità e ostacoli allo sviluppo**

Impiega aggregati alternativi, limitando così l'estrazione di materiale naturale. Le sue caratteristiche meccaniche permettono, a parità di prestazioni in opera, una diminuzione dello spessore globale della sovrastruttura. Permette un abbattimento delle tensioni alla base degli strati superficiali in conglomerato bituminoso, aumentando significativamente la vita utile della strada.

**Trasformazione del processo produttivo**

In linea generale vale quanto detto nelle schede precedenti. In particolare, i materiali che derivano dal recupero di rifiuti inerti, devono necessariamente passare attraverso un processo di recupero debitamente autorizzato. L'unità Eco.Men. di Carmignano di Brenta (PD) è dotata di un impianto per la riqualificazione di rifiuti. L'attività, che prevede il riutilizzo di diversi tipi rifiuti inerti (tra i quali materiali da costruzione e demolizione, scorie di acciaieria, sabbie di fonderia), è autorizzata al trattamento di 730.000 tonnellate all'anno di rifiuti e garantisce il proprio prodotto finito da una serie di procedure di controllo aziendali e ambientali che permettono il monitoraggio costante del materiale in impianto.

**Trasformazione della filiera produttiva**

In generale non cambiano le mansioni né l'organizzazione del lavoro ma si aggiungono fasi produttive (fasi di raccolta e recupero). Necessaria formazione e specializzazione.

**Nuovi rischi salute e sicurezza**

I materiali riciclati possono presentare ottime performance ambientali, alle quali si associano bassi livelli di rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Tutto ciò si verifica, però, solo se viene adeguatamente controllata la fase di differenziazione del rifiuto/materiale recuperato.

## Econcrete

**ECO MEN**

Econcrete (marchio registrato) è il prodotto riqualificato per la realizzazione di strati portanti di fondazioni stradali, frutto della ricerca sviluppata in collaborazione con il Dipartimento Costruzioni e Trasporti dell'Università di Padova utilizzato nel Passante di Mestre e nella Valdastico Sud. Il suo utilizzo permette un risparmio di materiale naturale del 57%; una vita utile pari a + 99% e una diminuzione delle deformazioni pari al 37%.

**Certificazione azienda e prodotto**

Norma UNI EN ISO 9001 e la norma UNI EN ISO 14001

L'utilizzo del riciclato e della sabbia di fonderia per la produzione di Econcrete® prevede il rispetto delle normative sul recupero dei rifiuti: D.LGS. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e D.M. 5/2/98 così come modificato dal D.M. 5/4/2006 n.186.

## Ricerche e sperimentazioni in corso

Il calcestruzzo è il materiale da costruzione più usato al mondo, ma è anche uno dei maggiori produttori di gas a effetto serra. Secondo le stime, due miliardi di tonnellate di cemento vengono prodotti ogni anno, e la produzione di una tonnellata di cemento crea una tonnellata di emissioni nocive. Secondo la *“Concrete Joint Sustainability Initiative”* negli ultimi 40 anni si sono fatti enormi passi in avanti in termini di sostenibilità: dal 1972 ad oggi l'efficienza del calcestruzzo è aumentata del 40%. Ma, visto l'utilizzo sempre maggiore del prodotto da costruzione, i risultati raggiunti non sono sufficienti. E lo sforzo da parte dei centri di ricerca di tutto il mondo sono sempre più focalizzati in questo senso. In particolare, come si evince dagli esempi illustrati di seguito, la sperimentazione sui materiali cementizi si concentra sempre più sulle nano tecnologie e su componenti alternativi e riciclati.

### *MIT: ridurre i silicati di calcio idrati*

Secondo il *Massachusetts Institute of Technology*, che da qualche anno è impegnato in un progetto di ricerca volto ad incrementare la resistenza e la sostenibilità del calcestruzzo, il 'segreto' sta nella riorganizzazione a livello nanometrico delle particelle che compongono il materiale. I ricercatori suggeriscono di ridurre la quantità delle particelle di C-S-H (silicati di calcio idrati) sostituendole in parte con altri minerali, come ad esempio le particelle provenienti dai fumi della lavorazione dell'alluminio. In questo modo, secondo il MIT, si formerebbero ulteriori nanoparticelle in grado di aumentare considerevolmente la densità dei microgranuli, rallentando i movimenti interni al cemento e quindi il suo deterioramento. Attraverso questa nuova comprensione del cemento si otterrebbero strutture più leggere, che richiederebbero molto meno materiale, riducendo al contempo la quantità di emissioni nocive prodotte.

### *USA: Brent Constantz: calcestruzzo da acqua e CO2*

Brent Constantz, professore della *Stanford University* nonché fondatore e CEO della società *Blue Planet*, si sta concentrando sullo sviluppo di un nuovo tipo di calcestruzzo a partire dal carbonato di calcio. Il calcio è presente in grandi quantità nell'acqua di mare, da cui può essere ricavato, mentre il carbonato può essere ricavato dal biossido di carbonio presente nei gas di scarico delle centrali elettriche. Paradossalmente, il calcestruzzo pensato da Constantz ha bisogno di CO2, di inquinamento, per trasformarlo in acido carbonico con cui realizzare i carbonati alla base del prodotto. Che, secondo la *Blue Planet*, la cui proposta di questo CarbonMix ha già attirato l'attenzione di molti investitori, sarebbe carbon-neutral, se non addirittura carbon zero.

### *Politecnico di Losanna: mix di argilla calcinata e pietra calcarea*

Altra proposta arriva dall'*Ecole Polytechnique Fédérale* di Losanna, in Svizzera, dove un gruppo di ricerca sta lavorando a un nuovo progetto che garantisce la riduzione del 40% delle emissioni di CO2 prodotte dal calcestruzzo. Come? Puntando su un mix di argilla calcinata e pietra calcarea. Quando i due materiali si combinano, secondo l'EPFL, gli alluminati contenuti nell'argilla calcinata interagiscono con il carbonato di calcio

producendo una pasta cementizia meno porosa, più forte e che produce meno emissioni di CO<sub>2</sub>.

#### *Cemento sostenibile dai rifiuti ceramici*

I ricercatori dell'Università *Jaume I de Castellón*, dell'Università *Politécnica de València*, dell'*Imperial College* di Londra e della *Universidade Estadual Paulista* di San Paolo (Brasile) hanno recentemente messo a punto un nuovo cemento ecologico ottenuto a partire dai rifiuti ceramici e dagli scarti di laterizi. I primi risultati di questo lavoro sono stati pubblicati lo scorso anno sulla rivista "*Construction and Building Materials*".

#### *La ricerca italiana*

Italcementi è stata selezionata per entrare a far parte del Consorzio Graphene – Graphene Flagship Project -, una delle più importanti iniziative di ricerca mai avviate in Europa sullo sviluppo di nuove tecnologie legate ai materiali: un progetto di innovazione senza precedenti, che prevede dieci anni di ricerca e un finanziamento complessivo di un miliardo di euro. In particolare, Italcementi sarà capofila e coordinatore del progetto Cemphene, che mira a sviluppare ulteriormente i cementi fotocatalitici mangiasmog di cui detiene il brevetto, commercialmente noti con il brand "i.active". Con il grafene si punta ad aumentare l'efficacia del principio fotocatalitico e a estenderne la sensibilità in condizioni di scarsa illuminazione.

## **INNOVAZIONE DI PROCESSO**

### **Riduzione dell'impatto ambientale nel processo produttivo**

Come abbiamo visto nel secondo paragrafo, è sul piano dello sviluppo sostenibile che si muovono, e non da oggi, le principali direttrici dell'innovazione e dello sviluppo del settore. La tecnologia produttiva attualmente più utilizzata è frutto delle rilevanti trasformazioni che, sotto la spinta del contenimento dei consumi energetici e dell'impatto ambientale, sono state avviate nei paesi occidentali verso la fine degli anni '70. In particolare, negli ultimi decenni sono stati apportati dei cambiamenti rilevanti all'intero processo produttivo; ne è risultata una drastica riduzione dei consumi energetici (termici ed elettrici) per unità di massa di cemento ottenuto, nonché un aumento della produttività e delle proprietà/prestazioni del clinker.

### **Riduzione del fabbisogno energetico**

La produzione di cemento è un'attività energivora: i forni di cottura necessitano di ingenti quantità di calore (energia termica) per raggiungere le temperature di 2000°C e di energia elettrica per ridurre in polvere il prodotto finale.

Ottimizzare il livello dei consumi termici ed energetici si traduce per le aziende, oltre che in un miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti, anche in una diminuzione significativa dei costi di produzione.

Nel 2013 l'industria del cemento registra, nel suo complesso, una diminuzione dei consumi termici (GJ/t clinker) frutto anche delle fermate progressive dei forni meno performanti

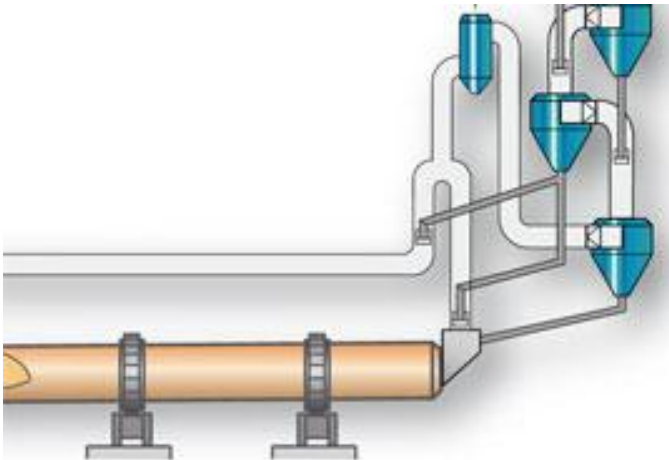
dovuto alla crisi di mercato. I consumi elettrici kWh/t cemento si mantengono invece pressoché costanti.

L'innovazione di processo finalizzata ad ottimizzare i consumi energetici in uno stabilimento di produzione del cemento, apporta miglioramenti nelle diverse fasi del processo produttivo, attraverso diverse possibili azioni:

- parziale sostituzione dei combustibili fossili con combustibili alternativi derivati dai rifiuti;
- contenimento dei consumi di materie prime naturali, valorizzando il più possibile nel proprio ciclo produttivo residui provenienti da altre lavorazioni industriali;
- interventi di efficientamento energetico che si possono effettuare sulla linea di cottura.

Riguardo a quest'ultimo punto, i principali interventi, in relazione alle attuali disponibilità tecnologiche, sono:

- installazione di un sistema di preriscaldamento a 4-6 cicloni, integrato con un sistema di precalcinazione;
- utilizzo di bruciatori multicanale (es. cinque tubi concentrici);
- recupero di energia termica dal raffreddamento del clinker in uscita dal forno;
- recupero di calore dai gas esausti;
- installazione di inverter sui ventilatori delle griglie di raffreddamento del clinker.



Sistema di precalcinazione del forno (Fonte: internet)



Bruciatore multicanale (Fonte: internet)



Infine, gli interventi di efficientamento energetico che si possono effettuare sulla fase di macinazione (del cotto e del crudo) sono:

- installazione di molini con rulli di macinazione ad alta pressione;
- installazione di inverter sui motori elettrici.

La necessità di aumentare l'efficienza energetica del processo produttivo è una delle principali spinte all'innovazione di processo del settore, ed è destinata a diventarlo sempre più, a causa dell'aumento al ricorso dei titoli di efficienza energetica, previsto nel piano nazionale di efficienza energetica.<sup>7</sup>

### **Riduzione del fabbisogno di materie prime**

Per ridurre il più possibile l'impatto delle attività estrattive e preservare la biodiversità e per razionalizzare il consumo di risorse naturali, bisogna sostituire le materie prime naturali (calcare e argilla) con scarti derivanti da altre attività industriali compatibili con il processo di produzione e altrimenti destinati alle discariche, nonché produrre cementi a basso contenuto di clinker.

Il consumo totale di materie prime nella produzione nazionale del cemento è calato drasticamente nel corso degli anni, a causa della forte crisi che sta investendo l'intera filiera delle costruzioni.

L'impiego di materie prime naturali è passato dagli oltre 40 milioni di tonnellate del 2011 a meno di 30 milioni nel 2013.

Nel 2013 il 6,7% di materie prime necessarie per la produzione del cemento in Italia è stato sostituito da materiali alternativi, in linea con la media EU. Questi ultimi sono costituiti per il 50% da rifiuti speciali non pericolosi altrimenti destinati allo smaltimento in discarica, e per il restante 50% da materiali derivanti da altri processi industriali.

La percentuale di siti estrattivi aventi un piano di gestione della biodiversità è in aumento: 13% nel 2013 contro il 12% del 2012.

La principale sfida del settore, in questo ambito, è quella di continuare ad aumentare il tasso di sostituzione delle materie prime naturali con materiali alternativi, lasciando inalterate le qualità e le prestazioni del prodotto finale.

L'impiego di materie alternative a quelle naturali è molto utilizzato nella produzione dei calcestruzzi, dove si sostituiscono, ad una quota variabile di inerti naturali, prodotti derivanti da processi industriali o derivanti da rifiuti. Una gamma di prodotti innovativi, che uniscono al recupero di materia seconda specifiche connotazioni del calcestruzzo (termico, permeabile, ecc), sono descritti nelle schede dei paragrafi relativi all'innovazione di prodotto. Altro indirizzo che investe l'innovazione di prodotto è quello mirante a studiare e produrre cementi di miscela innovativi a minor contenuto di clinker.

Un maggior impiego di materiali alternativi comporta, a monte, una politica più efficace nella gestione dei rifiuti e nella valorizzazione di materie seconde derivabili da processi industriali. E' necessario semplificare le procedure per il rilascio delle autorizzazioni al

---

<sup>7</sup> Per approfondimenti, vedi l'ultimo paragrafo del presente Rapporto.

recupero di materia dai rifiuti, garantendo però il rispetto delle procedure di verifica dei requisiti di salubrità e sicurezza dei prodotti.

### **Impiego di combustibili alternativi**

La parziale sostituzione dei combustibili fossili con combustibili alternativi derivati dai rifiuti è sicuramente una delle più efficaci misure di uso razionale delle risorse per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, ma oltre a questo significativo risultato tale pratica consente di realizzare l'importante obiettivo di riduzione del consumo di combustibili fossili non rinnovabili.

Nei forni da cemento italiani i combustibili alternativi, utilizzati in parziale sostituzione dei combustibili fossili, sono costituiti in parte da CSS (Combustibili Solidi Secondari) derivati da rifiuti non pericolosi, quali ad esempio Combustibile da rifiuti urbani (CDR), pneumatici fuori uso, plastiche e gomme, da combustibili liquidi (quali ad esempio solventi e oli usati non più rigenerabili) e farine animali. Nella fase di cottura del clinker, in sostituzione dei combustibili fossili si può utilizzare biomassa, come anche per essiccare le materie prime o gli additivi del cemento.

Nel 2013 sono state utilizzate nei forni da cemento italiani circa 300.000 tonnellate di combustibili alternativi derivati dai rifiuti in parziale sostituzione dei combustibili fossili. Circa l'11% dell'energia termica necessaria per la produzione del cemento è stata derivata da fonti energetiche alternative, il cui contenuto di biomassa (il 6,5% circa del fuel mix utilizzato) ha consentito al settore di evitare circa 241.000 tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub>.

L'utilizzo di combustibili alternativi e di materiali di sostituzione è classificato dalle istituzioni europee come una delle migliori tecniche disponibili per ridurre l'impatto ambientale del settore cemento. Lo dimostra la scelta compiuta da Paesi europei considerati molto avanzati per l'attenzione all'ambiente. In Germania, Austria, Olanda, Danimarca si arriva a percentuali di sostituzione calorica superiori al 50%. L'unica cementeria in funzione in Olanda ha sostituito nel 2011 oltre l'80% dei combustibili fossili tradizionali con combustibili alternativi: la media europea si attesta nel 2011 intorno al 30%.

Le cementerie italiane potrebbero realizzare percentuali di sostituzione superiori a quelle degli altri Paesi in tutta sicurezza, di certo superiori all'11% (dato 2013).

Il mancato consenso sociale, dovuto spesso a disinformazione, e la complessità delle procedure autorizzative impediscono ad oggi in Italia il raggiungimento dei livelli europei.

Per ottimizzare i consumi energetici delle cementerie nazionali si dovrebbe anche incentivare il mercato dei Titoli di Efficienza energetica, che costituiscono incentivi al risparmio di energia. Strategico, a livello economico, appare anche l'obiettivo di ottenere tariffe competitive con il resto dell'Europa sui costi dell'energia elettrica.

### **Riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera**

Nella produzione del cemento il 60% delle emissioni di CO<sub>2</sub> proviene dalla decarbonatazione del calcare: tale quota, definita di processo, risulta pertanto

incomprimibile. Il 40% deriva dal combustibile utilizzato. La riduzione del consumo di combustibili fossili non rinnovabili e l'aumento dell'utilizzo di combustibili alternativi contenenti biomassa (anche derivati da rifiuti) è l'unica possibilità per il settore per ridurre le proprie emissioni di CO<sub>2</sub> e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti imposti dalle Direttive comunitarie.

Queste ultime impongono limiti sempre più stringenti per le emissioni degli impianti industriali. Gli ossidi di azoto, di zolfo, e le polveri per la cementerie sono anche parametri di processo che vengono monitorati costantemente per massimizzarne l'efficienza. Pertanto la riduzione delle emissioni specifiche ai camini si traduce anche nell'ottimizzazione del processo produttivo.

Nel triennio 2011-2013 si registra, in Italia, una diminuzione, in alcuni casi significativa, dei principali parametri emissivi. In particolare si osserva un abbattimento del 15 % delle emissioni specifiche di ossidi di azoto, del 32% degli ossidi di zolfo e del 20% delle polveri. Tali risultati sono il frutto di investimenti in tecnologie di abbattimento degli inquinanti, che ammontano a circa 120 milioni di euro nel triennio.

Per continuare a ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera è necessario proseguire nel miglioramento delle prestazioni ambientali compatibilmente con lo sviluppo tecnologico e del mercato. Le tecnologie attualmente in uso per la riduzione delle emissioni inquinanti sono costituite da condensatori, torri di lavaggio, nuove tipologie di filtri, combustori e separatori. La scelta deve essere opportunamente calibrata secondo le quantità di emissione e della sostanza emessa.

### **Miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza**

La promozione della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro è un aspetto strategico ed un impegno costante per tutto il settore del cemento. Esso costituisce inoltre uno stimolo all'innovazione ed al miglioramento tecnologico dei processi produttivi e dei modelli organizzativi aziendali.

Le attività riguardano il miglioramento dell'organizzazione del lavoro e dell'ambiente di lavoro, il coinvolgimento e la partecipazione dei lavoratori all'intero processo riguardante la promozione della salute nei luoghi di lavoro, la diffusione delle buone pratiche.

L'impegno del settore per la salute e la sicurezza dei lavoratori è testimoniato dal riscontro oggettivo dell'assenza di infortuni mortali e dall'andamento pressoché costante degli indici infortunistici annualmente rilevati. In relazione al monitoraggio dell'andamento infortunistico c'è da registrare un leggero peggioramento degli indici dal 2011 al 2013, con una riduzione del numero dei siti attivi e degli addetti. A parità di standard di gestione della sicurezza nei luoghi di lavoro rispetto agli anni precedenti, il dato è da imputare alla diminuzione del numero di ore lavorate conseguenza della razionalizzazione del parco produttivo che ha interessato il settore negli ultimi anni.

La formazione garantita all'interno delle Aziende, la diffusione delle buone pratiche e la campagna di sensibilizzazione sull'utilizzo dei dispositivi di protezione individuali ha consentito il raggiungimento di questi obiettivi nel corso degli anni.

Da parte di grandi aziende come Italcementi, Holcim Italia e Buzzi Unicem l'impegno è anche testimoniato dall'adozione di efficaci politiche di sicurezza dei Gruppi, a volte rientranti negli standard internazionali OHSAS.

Inoltre, sul tema della prevenzione, il settore del cemento ha rinnovato la sua adesione all'Accordo di Dialogo Sociale sulla Silice Cristallina (NEPSI), siglato nel 2006, partecipando alla raccolta dati europea anche per il 2013.

A livello europeo è vivo il dibattito sulle possibili evoluzioni del tema degli ambienti di lavoro in relazione ad alcuni agenti chimici specifici, soprattutto in relazione all'introduzione di nuovi materiali e principi attivi che compongono il cemento, ed i cui effetti sulla salute dei lavoratori e dei cittadini sono tuttora allo studio.

I nano materiali e i nano compositi costituiscono, da questo punto di vista, una categoria di prodotti in larga espansione sul mercato, che determinano potenziali fattori di rischio per la salute, e per cui la ricerca non ha ancora determinato soglie di sicurezza all'esposizione. In via cautelativa, si opera negli ambiti lavorativi con approccio precauzionale. Alcuni prodotti, tra i più significativi di questa famiglia, sono illustrati nelle schede di prodotto del paragrafo corrispondente (nano materiali).

## POTENZIALITÀ DEL MERCATO DEI TITOLI DI EFFICIENZA ENERGETICA

Il meccanismo dei Certificati Bianchi è stato introdotto con i Decreti Ministeriali 20 luglio 2004, e prevede che i distributori di energia elettrica e di gas naturale raggiungano annualmente determinati obblighi quantitativi di risparmio di energia primaria, attraverso due strade:

- Attuare progetti a favore dei consumatori finali che migliorino l'efficienza energetica delle tecnologie installate o delle relative pratiche di utilizzo (progetti realizzati direttamente, oppure tramite società controllate, o ESCo) .
- Acquistare da terzi Certificati Bianchi in misura sufficiente per il conseguimento dei (rimanenti) risparmi energetici.

Il cosiddetto Decreto Certificati Bianchi del 28 dicembre 2014 ha introdotto misure volte a potenziare l'efficacia complessiva del meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) stabilendo, in primo luogo, gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico per le imprese distributrici di energia elettrica e gas, nel quadriennio 2013-2016.

Nell'ambito della Strategia energetica nazionale, il raggiungimento dei target 2020 in termini di efficienza energetica prevede l'impiego ed il potenziamento di strumenti diversificate a seconda dei settori economici:

- per il residenziale si punta principalmente su detrazioni fiscali e conto termico;
- per l'industria si punta in misura massiccia sul potenziamento dei certificati bianchi;
- per il terziario principalmente sul conto termico;
- per i trasporti su misure specifiche e su investimenti.

**Tabella 2.3 – Risparmi energetici annuali conseguiti nel periodo 2011-2012 e attesi al 2020 secondo la SEN (energia finale, Mtep/a)**

Tipologia	Decreto Legislativo 192/05	Certificati Bianchi	Detrazioni fiscali del 55%	Regolamento 443/2009	Risparmio conseguito 2011-2012	Risparmio atteso al 2020	Obiettivo raggiunto (%)
Residenziale	0,62	0,14	0,21	-	0,96	3,70	25,9%
Terziario	0,02	0,03	0,01	-	0,05	1,36	3,6%
Industria	0,05	1,04	0,01	-	1,09	4,94	22,0%
Trasporti	-	-	-	0,22	0,22	5,50	4,0%
<b>TOTALE</b>	<b>0,68</b>	<b>1,20</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>2,33</b>	<b>15,50</b>	<b>14,9%</b>

Fonte: Elaborazione ENEA

Come si evince dalla tabella dell'Enea, il principale contributo al raggiungimento del target di risparmio energetica imposto dall'articolo 7 della direttiva 2012/27/UE verrà, di qui al 2020, dai certificati bianchi, e principalmente nel settore industriale.

Ciò significa agire, in termini di categorie d'intervento, dei seguenti processi industriali:

- generazione o recupero di calore per raffreddamento, essiccazione, cottura, fusione ecc;
- generazione di energia elettrica da recuperi o da fonti rinnovabili o cogenerazione;
- sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter ecc.), automazione e interventi di rifasamento;
- interventi diversi dai precedenti, per l'ottimizzazione energetica dei processi produttivi e dei layout d'impianto finalizzati a conseguire una riduzione oggettiva e duratura dei fabbisogni di energia finale a parità di quantità e qualità della produzione.

L'ENEA, secondo quanto previsto dal DM 28.12.2012, predispone e pubblica, a partire dal 2013, guide operative per promuovere l'individuazione e la definizione di progetti di efficienza energetica, con particolare riferimento ai settori industriali del cemento, del vetro, della ceramica, dei laterizi, della carta, della siderurgia, dell'agricoltura e dei rifiuti e ad altri settori non industriali.

Le guide operative sono corredate della descrizione delle migliori tecnologie disponibili e delle potenzialità di risparmio in termini economici ed energetici derivanti dalla loro applicazione.”

L'ENEA, nel redigere le Guide Operative, prende contatto con associazioni di categoria e soggetti coinvolti nel sistema dei certificati bianchi (società di servizi energetici, energy managers, aziende leader nel settore specifico, istituzioni, utenti finali), in modo da produrre uno strumento operativo frutto di un lavoro di squadra, le cui indicazioni risultino condivise tra le parti interessate.

Appare dunque di rilevante importanza conoscere e sostenere questi strumenti, che saranno il principale veicolo dell'innovazione finalizzata al risparmio energetico del settore del cemento nei prossimi anni, al fine di facilitarne la conoscenza e l'impiego da parte degli operatori del settore.

**BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA**

1. Aitec, *Relazione annuale 2013*, Roma, luglio 2014
2. Aitec, *Rapporto di sostenibilità 2013*, Roma, 2014
3. Enea, *Piano d'azione per l'efficienza energetica 2014*, Roma, 2014
4. Enea, *Rapporto annuale efficienza energetica 2012*, Roma, dicembre 2013
5. Enea, *L'ottenimento dei certificati bianchi. Cemento 2014*, Roma, 2013
6. Fillea, Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio. Rapporto 2012*
7. Fillea, Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio. Rapporto 2013*
8. Fillea-Filca-Feneal, Legambiente, *Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio, Rapporto 2014*
9. Centro studi Fillea, *Newsletter Innovazione e sostenibilità, anno 2014*
10. [www.aitecweb.com](http://www.aitecweb.com)
11. [www.atecap.it](http://www.atecap.it)
12. [www.italcementi.it](http://www.italcementi.it)
13. [www.buzziunicem.it](http://www.buzziunicem.it)
14. [www.cementirholding.it](http://www.cementirholding.it)
15. [www.colacem.it](http://www.colacem.it)
16. [www.holcim.com](http://www.holcim.com)
17. [www.cementirossi.it](http://www.cementirossi.it)
18. [www.barbetti.it](http://www.barbetti.it)
19. [www.gruppogrigolin.it](http://www.gruppogrigolin.it)
20. [www.sacci.it](http://www.sacci.it)
21. [www.cementizillo.it](http://www.cementizillo.it)