

Lime may be considered the craft and the art of building. Its importance is proved by its using in architecture since the beginning of civilization until today.

During 20th century, the advent of Portland cement, has drastically limited its use to very specialized areas, such as restoration of monuments and bio-architecture.

Today, close to the development of modern materials that promise 'environmental sustainability' and 'housing comfort', we watch a strong revaluation of lime in building, such as residential construction, where it seemed definitely gone. This is related to the fact that lime is a 'green' and 'sustainable' product and therefore becomes subject of increasing interest for designers and experts in Italy and other countries, particularly in the United States where it perfectly integrates certification LEED

LA CALCE NEL SISTEMA LEED

UN MATERIALE ANTICO CON UN FUTURO
VERDE E SOSTENIBILE



di Andrea Rattazzi
'Forum Italiano Calce' info@forumcalce.it

Costantino Polidoro
'la Banca della Calce' s.r.l. info@bancadellacalce.it



La calce rappresenta, per antonomasia, il mestiere e l'arte dell'edificare e la sua importanza è comprovata dal suo utilizzo in architettura perpetuatosi dagli albori della nostra civiltà fino ai giorni nostri.

Nel corso del Novecento, l'avvento del cemento Portland, ne ha drasticamente limitato l'impiego ad ambiti molto specialistici, come il restauro del patrimonio monumentale e la bio-architettura.

Oggi, accanto allo sviluppo di moderni materiali che promettono tra l'altro 'sostenibilità ambientale' e 'benessere abitativo', assistiamo ad una decisa rivalutazione della calce anche in settori dell'edilizia, quella residenziale per esempio, nei quali sembrava definitivamente scomparsa. Ciò è legato al fatto che la calce è un prodotto 'verde' e 'sostenibile' e per questo sempre più oggetto di interesse da parte di progettisti e addetti ai lavori, in Italia e in altri Paesi, in particolare negli Stati Uniti dove si integra perfettamente nel sistema di certificazione LEED™ (Kenefick e Tate, 2005).

'Lo sviluppo sostenibile soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni' (WCED, 1987)

Lo sviluppo sostenibile deve rispettare tre condizioni generali concernenti l'uso delle risorse naturali da parte dell'uomo:

- il tasso di utilizzazione delle risorse rinnovabili non deve essere superiore al loro tasso di rigenerazione;
 - l'immissione di sostanze inquinanti e di scorie nell'ambiente non deve superare la capacità di carico dell'ambiente stesso;
 - lo stock di risorse non rinnovabili deve restare costante nel tempo.
- Con questi presupposti, la produzione e l'utilizzo della calce possono essere definite attività sostenibili per l'umanità, ad esempio, riferite ad un arco temporale dei prossimi 10.000 anni?

Se basiamo le nostre considerazioni sulla reperibilità delle materie prime e sulle tecnologie produttive, la risposta è sì. Vediamo nel dettaglio come si giunge a questa affermazione.

Calcare è il nome comune assegnato alla famiglia di rocce sedimentarie contenenti essenzialmente carbonati di calcio (CaCO_3) e magnesio (MgCO_3). L'origine dei calcari può essere chimica, organogena e clastica. Quella organogena, la più diffusa, deriva dalla deposizione su fondale marino di esoscheletri di organismi con guscio carbonatico, ad esempio, le melme costituite da globigerina coprono oggi il 37% del fondo del mare, circa il 25% della superficie terrestre.

I calcari assumono un ruolo fondamentale soprattutto nei cicli globali del carbonio e del calcio (e del magnesio).

Nel ciclo a lungo termine del carbonio (Figura 1) la formazione del calcare è rappresentata dalla sedimentazione dei carbonati, come risultato della compattazione di resti organogeni depositati sul fondale degli oceani. Il calcio e il magnesio richiesti per la sua formazione derivano dall'erosione di rocce preesistenti: dalla superficie della Terra, il calcio viene dissolto e trasportato nell'oceano, trasformato in calcare attraverso la sedimentazione, infine, riportato ancora in superficie mediante i processi diagenetici, per poi ricominciare l'intero processo (Bice, 1999).

Rispetto al carbonio, i processi di erosione del calcare e quelli successivi di precipitazione e di sedimentazione fanno registrare un bilancio finale pari a zero. Infatti, il fenomeno di dissoluzione chimica delle rocce carbonatiche consuma CO_2 dall'atmosfera in misura uguale a quanta ne viene rilasciata nei processi di precipitazione. D'altro canto, la dissoluzione di rocce non carbonatiche contenenti calcio/magnesio, la precipitazione di calcio/magnesio come carbonato e la sedimentazione sotto forma di nuovo

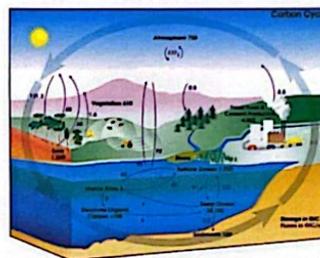
calcare sono processi che comportano un 'consumo' di CO_2 . In altre parole, se non intervenissero altri fenomeni a controbilanciarlo, la formazione di

calcare tramite processi naturali avrebbe l'effetto di abbattere sensibilmente, la concentrazione di CO_2 dell'atmosfera (Morse e Mackenzie, 1990).

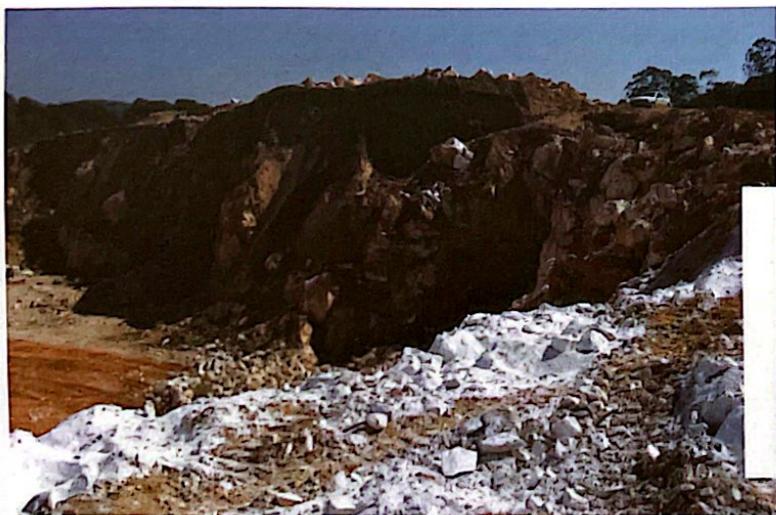
Il calcare presente sulla Terra è abbondantissimo, stimato in 875 milioni di miliardi di tonnellate, e la sua formazione derivante da processi naturali è valutabile nell'ordine di 500 milioni di tonnellate/anno.

Considerando la produzione annuale planetaria di calce, stimata circa 117 milioni di tonnellate, e il relativo consumo di calce pari a circa 209 milioni di tonnellate annue, è possibile concludere che se la produzione di calce fosse l'unico utilizzo del calcare, la reperibilità di materia prima sarebbe garantita per circa 4 miliardi di anni.

Anche considerando altre forme di impiego, come quella della produzione del cemento, che ne prevede un consumo annuo pari a circa 2 miliardi di tonnellate, si disporrebbe comunque di riserve di calcare sufficienti per circa 375 milioni di anni! Ben oltre l'arco temporale di 10.000 anni che abbiamo fissato per misurare la compatibilità dell'uso della calce da parte dell'uomo.



1



La calce è prodotta attraverso processi di cottura del calcare che, sottoposto a intenso riscaldamento, si decompone in ossido di calcio (calce viva), rilasciando anidride carbonica, nella misura di 785 g per ogni kilo di calce viva ottenuta. In fase di utilizzo, la calce viene dapprima fatta reagire con acqua (idratazione), per dare luogo a calce idrata e poi, in opera, sotto forma di malte, intonaci, pitture, riassorbe la stessa quantità di CO₂ dall'aria (carbonatazione) riconvertendosi in carbonato di calcio chiudendo quello che viene comunemente chiamato 'ciclo della calce' (fig 2). Un ciclo virtualmente chiuso, esempio di sostenibilità ambientale, dal punto di vista sia termodinamico sia chimico, se non fosse per il rilascio di CO₂ in atmosfera dovuto all'impiego (attualmente quasi esclusivo) di combustibili fossili per l'alimentazione dei forni.

La domanda è lecita: da una prospettiva energetica e di emissioni di anidride carbonica, la produzio-

ne di calce è sempre sostenibile?

Sotto il profilo energetico, l'apporto calorico teorico necessario per produrre 1Kg di calce viva è di 764 Kcal ma il calore effettivamente richiesto è di fatto molto maggiore. I dati storici sull'efficienza dei forni dimostrano che l'evoluzione tecnologica ha consentito di ridurre il consumo di energia in modo considerevole rispetto al passato (fig 3). Se nel '700 la richiesta energetica era pari a 4000-8000 kcal/kg di calce, e all'inizio dello secolo scorso si collocava intorno a 1600-3800 kcal/kg, oggi i valori sono compresi tra circa 900 e 1800 Kcal/Kg (Francis, 1965).

Attualmente l'efficienza dei forni da calce più moderni può dunque raggiungere l'89% (cioè l'89% dell'energia è usata per trasformare calcare in calce e solo l'11% persa), un valore più che apprezzabile, soprattutto se comparato con quelli di altri settori industriali: in una centrale elettrica a gas tradizionale appena il 35% circa dell'e-

nergia è convertito in elettricità.

Resta tuttavia da sciogliere il nodo dell'utilizzo di combustibili fossili per la cottura della calce che non appare sostenibile, nell'orizzonte ipotizzato di 10.000 anni, sia per il probabile esaurimento di queste risorse sia per il forte rilascio di CO₂ in atmosfera.

Ciò potrebbe essere risolto con la produzione di calce attraverso l'utilizzo di biomasse, giacché le tecnologie di utilizzo dei materiali d'origine vegetale, scarti da attività agricole, allevamento o industria del legno, sono già oggi una possibile alternativa al consueto impiego di combustibili fossili.

In ogni caso, confrontando le emissioni di CO₂ derivanti dal processo di produzione della calce e quelle del cemento (Tab 1) si evince che il paragone è decisamente a favore della prima, sia per la CO₂ totale emessa in produzione, sia per la capacità della calce di sottrarre anidride carbonica dall'atmosfera dopo la messa in opera.

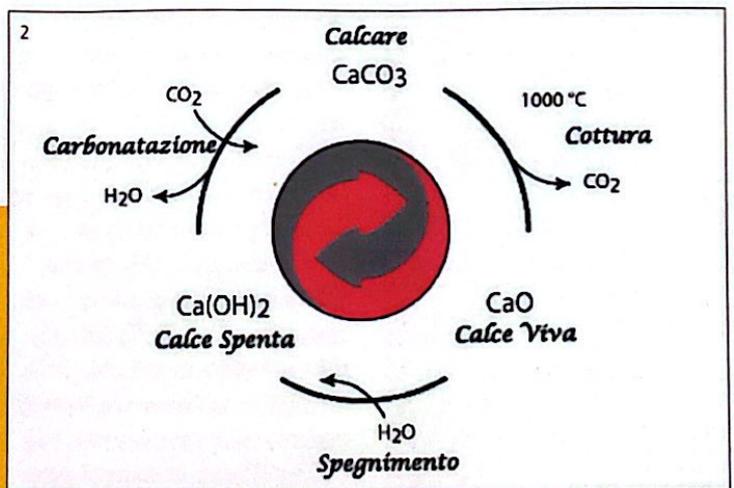
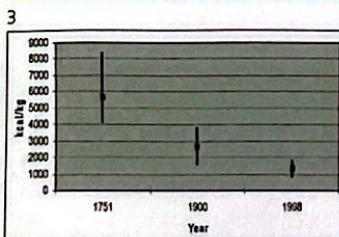


Tabella 1

Materiale	Kg di CO ₂ /Tonn di legante				
	Emissioni durante la cottura	Emissioni da decarbonatazione	Totale emissioni durante la produzione	CO ₂ riassorbita	CO ₂ non riassorbita
CL 90	308	564	872	535	337
NHL2	300	528	828	445	383
NHL3,5	256	350	606	270	336
NHL5	275	360	635	220	415
Cemento	403	416	819	/	819

(cfr. <http://www.stastier.co.uk/>)

1. Ciclo del carbonio (archivio NASA Earth Science Enterprise) 2. Il ciclo della calce. 3. Consumo energetico per la produzione di calce nella storia (Francis, 1965) Tabella 1. emissioni di CO₂ per tipo di legante.

Proprietà e caratteristiche

Il Forum Italiano Calce

E' un luogo di incontro per tutti coloro che studiano, producono, utilizzano calce nell'architettura e nel restauro. Nato nel 2007 dalla passione di un gruppo di estimatori della calce, oggi il Forum è un riconosciuto punto di riferimento nazionale e internazionale per le tematiche proprie del suo operare. www.forumcalce.it

La Banca della Calce

E' una realtà italiana dedicata esclusivamente alla calce per le opere di architettura e per il restauro. Aiuta i propri clienti a selezionare la calce più adatta alle loro esigenze, attingendo ad un patrimonio di storia, relazione con il territorio e competenze scientifiche altamente specializzate. La Banca della Calce mette a punto precisi protocolli di produzione e trasformazione della calce suggerendone l'uso appropriato e consapevole. www.bancadellacalce.it

i Produttori Italiani

Più di 40 le aziende italiane che producono calce aerea, meno di 10 quelle che producono calce idraulica. Per un elenco aggiornato delle due categorie di produttori :

http://www.forumcalce.it/link_produttori_aerea.htm

http://www.forumcalce.it/link_produttori_idraulica.htm

La calce possiede molte proprietà che ne fanno un prodotto da costruzione 'verde', cioè valido sotto il profilo ambientale ed ecologico:

- è un materiale naturale, prodotto attraverso il solo riscaldamento di pietra calcarea;
- non contiene nè rilascia sostanze tossiche o dannose; il più delle volte, reagisce con queste, 'sottraendole' di fatto all'ambiente;
- è diffusa praticamente ovunque, si può produrre localmente in linea con la politica della filiera a 'km 0';
- ha un basso costo di produzione e un basso impatto ambientale. In architettura, nella formulazione di malte, cls e finiture, l'uso della calce presenta enormi vantaggi:
 - garantisce traspirabilità alle murature, qualità importante soprattutto nelle opere di restauro;
 - assicura agli ambienti confort e salubrità grazie alle caratteristiche di igroscopicità e di antisetticità;
 - è un materiale resistente, in virtù del basso modulo elastico e del fenomeno chiamato "ricostruzione autogena delle fessure" (Rattazzi, 2007);
 - ha un'ottima capacità di adesione. Le particelle nanometriche presenti in particolare nel grassello di calce sono in grado di penetrare più a fondo nella porosità del supporto;
 - ha un'ottima lavorabilità, cioè capacità di mantenere coesione e plasticità, anche se soggetta a suzione da parte di materiali porosi;

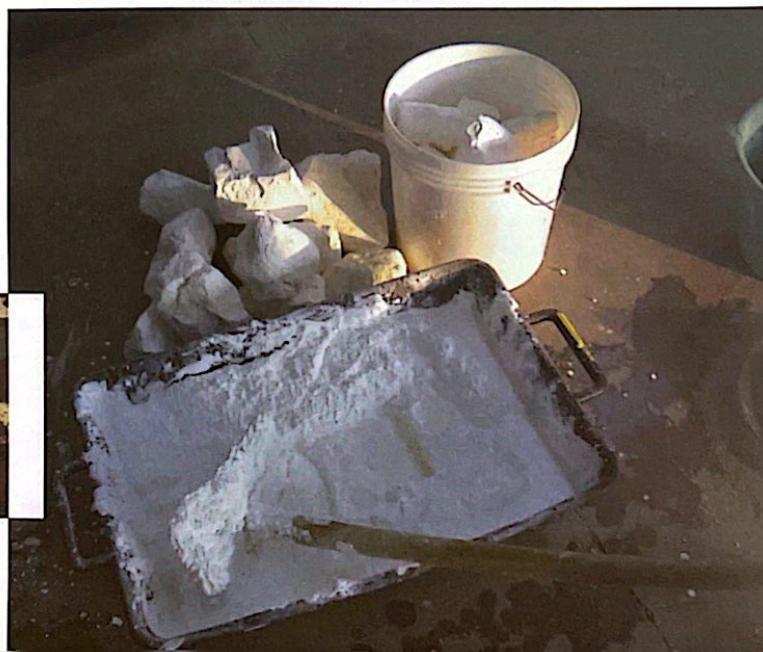
- rende durevoli le malte, per l'assenza di componenti chimici potenzialmente dannosi, come l'allumina tricalcica e gli alcali solubili sempre presenti nei leganti cementizi, e le fa immuni all'azione destabilizzante dei solfati e alla deleteria reazione alcali-silice;
- ha un grande valore decorativo: la doppia rifrazione dei cristalli di calcite conferisce alle finiture lucentezza che dona vivacità e piacere estetico alle murature;
- ha un'ottima resa: usata negli intonaci, per esempio, il suo dosaggio è fino al 50% inferiore rispetto ai leganti idraulici ordinari;
- contribuisce ad incrementare la capacità termica delle murature, consentendo di immagazzinare l'energia di raffreddamento/riscaldamento in virtù di un

lento rilascio.

La calce, in architettura, trova sempre più utilizzo anche nella bonifica di siti inquinati e insalubri e/o nel trattamento delle acque.

La calce si usa, infatti, per:

- per deacidificare i terreni e per bonificare quelli contaminati da metalli pesanti (arsenico, piombo, zinco, rame, cadmio e nichel);
- nella stabilizzazione dei suoli, per ridurre dell'indice di plasticità, migliorando stabilità e portanza;
- per 'prosciugare' terreni umidi, al fine di velocizzare le fasi di costruzione e renderli impermeabili a seguito del trattamento;
- per l'abbattimento di agenti patogeni di acque di scarico e di fanghi, convertendo questi in fertilizzanti e/o terreni di copertura per discariche e cave dismesse.



Le caratteristiche ecologiche e di sostenibilità ambientale della calce si integrano perfettamente con il sistema di valutazione LEED (Leadership in Energy and Environment Design), sviluppato dal Green Building Council per definire e misurare i parametri che designano una 'costruzione verde'. L'obiettivo di questo strumento è quello di migliorare il benessere abitativo, la performance ambientale e il ritorno economico degli edifici (U.S. Green Building Council, 2003). Il sistema LEED si basa sull'attribuzione di crediti per ciascuno dei requisiti caratterizzanti la sostenibilità dell'edificio. I criteri sono raggruppati in 6 categorie (Tabella 2) a sua volta suddivise in requisiti opzionali chiamati 'crediti'. Le costruzioni sono certificate se viene totalizzato un minimo di 26 punti su 69 totali: dalla somma dei punti deriva il livello di certificazione (Tabella 3). LEED non certifica i singoli materiali da costruzione ma il loro opportuno utilizzo contribuisce all'ottenimento della certificazione di progetti di costruzione. In questo senso, la calce ricopre un ruolo decisivo per ottenere punti in ciascuna delle categorie. I crediti potenzialmente acquisibili grazie all'uso della calce sono:

■ Siti Sostenibili

- **Recupero di aree industriali** (Credito 3) – La calce è utilizzata per riequilibrare i biosolidi, residui secchi generati dal trattamento dei liquami. Inoltre, i biosolidi trattati con calce possono essere usati come suolo artificiale o fertilizzante nelle operazioni di bonifica del sito. I terreni trattati con la calce possono essere riutilizzati nel sito stesso, ciò elimina la necessità di rimuovere terreni inutilizzabili e rimpiazzarli con materiali di cava.

- **Valorizzazione del sito: proteggere o ripristinare l'habitat** (Credito 5.1) – Le tecnologie basate sull'uso della calce trovano applicazione per la bonifica di terreni e il ripristino di spazi verdi.

- **Gestione dell'acqua piovana: controllo quantitativo** (Credito 6.1) – Attraverso le modificazioni di suoli indotte dalla calce su siti specifici finalizzate ad una maggiore permeabilità del terreno, possono essere ridotti i fenomeni di allagamenti dovuti alle precipitazioni meteoriche.

- **Effetto 'isola termica'** (Credito 7.1) – Le pitture a calce sono applicate nei rivestimenti su intonaci esterni, laterizi o superfici in pietra.

■ Gestione efficiente dell'acqua

- **Tecnologie innovative per il recupero dell'acqua** (Credito 2) – Un processo basato sulla calce si può usare per trattare il 100% di acque reflue per la produzione di acque dagli standard qualitativi superiori.

■ Energia e Atmosfera

- **Performance energetica minima** (Credito 2) – La costruzione di mura-ture a base di calce sono dotate di un'elevata capacità termica che migliora l'efficienza energetica della costruzione. Il colore bianco della calce, utilizzato in malte e pitture, produce una superficie maggiormente riflettente sugli esterni della costruzione.

■ Materiali e Risorse

- **Deposito/raccolta di materiale riciclabile** (Credito 1) – La calce permette il recupero di murature, piani calpestabili e soffitti preesistenti in strutture costruite con questo materiale.

- **Gestione rifiuti di costruzione** (Credito 2) – I sacchi di plastica in cantiere possono essere eliminati utilizzando calce in 'bulk bag' o in silos. La calce in eccesso usata per stabilizzare terreni o per deacidificarli, destinandoli a scopi agricoli.

- **Utilizzo di materiale di recupero** (Credito 3) – Malte antiche, intonaci e stucchi possono essere rimossi e frantumati per essere reimpiegati come aggregati per la preparazione di malte e intonaci nuovi.

- **Materiali Regionali** (Credito 5.1 e 5.2) – La produzione della calce privilegia l'estrazione di calcare presente nelle vicinanze delle fornaci: la calce è sempre stata prodotta con materie prime estratte localmente. La maggior parte delle aree metropolitane conta almeno una ditta produttrice di calce nel raggio di 150 Km.

■ Qualità degli Ambienti Interni

- **Controllo dell'anidride carbonica** (Credito 2) – La calce idrata assorbe CO₂ e si converte nella sua forma originale, il carbonato di calcio.

- **Controllo delle fonti inquinanti e chimiche in ambienti interni** (Credito 5). Gli ambienti interni realizzati a calce beneficiano della riduzione di inquinanti dell'aria

- **Confort termico: progetto** (Credito 7.1) – Come indicato dai crediti per 'Energia e Atmosfera', murature a base di calce hanno una elevata capacità termica che riduce gli sbalzi termici.

■ Progettazione e Innovazione

- **Innovazione del progetto** (Credito 1) – La calce è considerata materiale innovativo nei progetti "Green Building".

Tabella 2. Categorie e valutazione del sistema LEED™.

Categorie	Punti
Siti sostenibili	14
Gestione efficiente dell'acqua	5
Energia ed atmosfera	17
Materiali e risorse	13
Qualità degli ambienti interni	15
Progettazione ed innovazione	5

Tabella 3. Livelli di certificazione del sistema LEED™.

Tipo	Punti richiesti
Base	26-32
Argento	33-38
Oro	39-51
Platino	52-69

La disamina attenta dei processi di produzione e degli ambiti di utilizzo dimostra che la calce è un materiale da costruzione verde e sostenibile. La sua produzione è sostenibile sulla base del principio che le risorse di calcare sono diffusamente disponibili in vaste quantità e non si esaurirebbero prima del corso di decine di migliaia di anni. Inoltre, la produzione di calce è efficiente dal punto di vista energetico e, in prospettiva, potrebbe essere realizzata anche attraverso l'impiego di energie alternative a quelle fossili, come per esempio le biomasse. L'energia prodotta da risorse non rinnovabili consumata nel settore dell'edilizia conta circa metà delle emissioni mondiali di CO₂ e il contributo a questo valore da parte dell'industria del cemento è notevole (oltre l'8%). Una conversione dall'uso quasi esclusivo di cemento verso quello della calce potrebbe significare un significativo contributo all'abbattimento dei livelli di CO₂. La calce possiede molti attributi ecologici come materiale da costruzione, per via del comfort abitativo che conferisce agli edifici e delle prestazioni ambientali, ma anche in altri ambiti dello sviluppo del costruire 'verde', dalla bonifica dei siti alla stabilizzazione dei terreni, al trattamento delle acque reflue. Queste caratteristiche determinano la possibilità di acquisire

crediti in un sistema di certificazione come quello LEED™, utilizzando la calce in sostituzione, totale e/o parziale, di altri materiali che sotto questa prospettiva risultano meno virtuosi. L'impiego della calce negli interventi rivolti al patrimonio storico-architettonico è oggi prassi consolidata e il cemento è stato definitivamente bandito dai cantieri di restauro. Molto lavoro, invece, dovrà essere fatto negli anni a venire per comunicare le virtù ecologiche della calce riproponendo il suo impiego nei processi di costruzione di edifici di nuova realizzazione. Il contributo offerto dalla certificazione LEED™ non può che favorire e accelerare questo processo.



BIBLIOGRAFIA

[1] Kenefick W., Tate M., (2005) Lime - A sustainable 'green' product, International Building Lime Symposium 2005, Orlando, Florida, March 9-11, 2005. [2] WCED (1987) Our Common Future, Report of the World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford. [3] Bice, D. (1999) Exploring the Dynamics of Earth Systems, The Long Term Carbon Cycle
Da http://www.acad.carleton.edu/curricular/GEO/IDaveSTELLA/CarbonVong_term_carbon.htm.

[4] Francis, D. (1965) The Mines And Quarries of Cape Breton Island During The French Period, 1713 - 1760, Parks Canada, Ottawa. [5] Morse J.W., Mackenzie F.T., (1990) Geochemistry of Sedimentary Carbonates, Elsevier, Amsterdam. [6] Rattazzi A., (2007), Conosci il grassello di calce? Edicom Edizioni, Monfalcone (GO). [7] U.S. Green Building Council (2003) LEED Green Building Rating System for New Construction & Major Renovations, Version 2.1, Revised 3/14/03.

