

Mario Balocco
Buzzi Unicem S.p.A.

Paola Dellarole
Buzzi Unicem S.p.A.

Fabrizio Rigo
Buzzi Unicem S.p.A.

Catturare la CO₂ grazie al progetto CLEANKER

Capturing CO₂ Thanks to the CLEANKER Project



CIRCA IL 6% DELLE EMISSIONI GLOBALI ANTROPOGENICHE DI CO₂ SONO GENERATE DALLA PRODUZIONE DEL CEMENTO. IL PROCESSO "CALCIUM LOOPING" È UNA DELLE TECNOLOGIE PIÙ PROMETTENTI PER CONCENTRARE LA CO₂ NEI FUMI, QUINDI PER FACILITARNE LA CATTURA E SUCCESSIVO STOCCAGGIO O RIUTILIZZO.

APPROXIMATELY 6% OF THE GLOBAL ANTHROPOGENIC CO₂ EMISSIONS ARE GENERATED BY THE PRODUCTION OF CEMENT. THE CALCIUM LOOPING PROCESS IS ONE OF THE MOST PROMISING TECHNOLOGIES FOR CONCENTRATING CO₂ IN THE FLUE GASES, THUS FACILITATING THE CAPTURE AND SUBSEQUENT STORAGE OR REUSE OF THE CO₂.

Il progetto CLEANKER (produzione di CLEAN clinKER attraverso il processo di calcium looping) è finanziato dalla Comunità Europea, nell'ambito del programma Horizon2020.

L'obiettivo è quello di dimostrare la possibilità di catturare oltre il 90% della CO₂ generata durante il ciclo produttivo del cemento, grazie ad un impianto in scala pilota connesso direttamente al circuito gas della cementeria.

Il progetto prevede l'ingegneria, la costruzione e il funzionamento di un impianto basato sulla cosiddetta "tecnologia del calcium looping" nella cementeria Buzzi Unicem di Vernasca.

All'iniziativa, partecipano 12 partner europei e uno cinese, coordinati dal Laboratorio Energia Ambiente di Piacenza (LEAP), operante nel settore energetico/ambientale e partecipato dal Politecnico di Milano.

Nelle cementerie circa il 60% delle emissioni totali di CO₂ provengono dalla calcinazione del carbonato di calcio (CaCO₃) presente in abbondanza nella farina cruda (70%), mentre la restante parte di emissioni proviene dal processo



1. VISTA GENERALE DELLA CEMENTERIA
OVERALL VIEW OF THE CEMENT PLANT

1

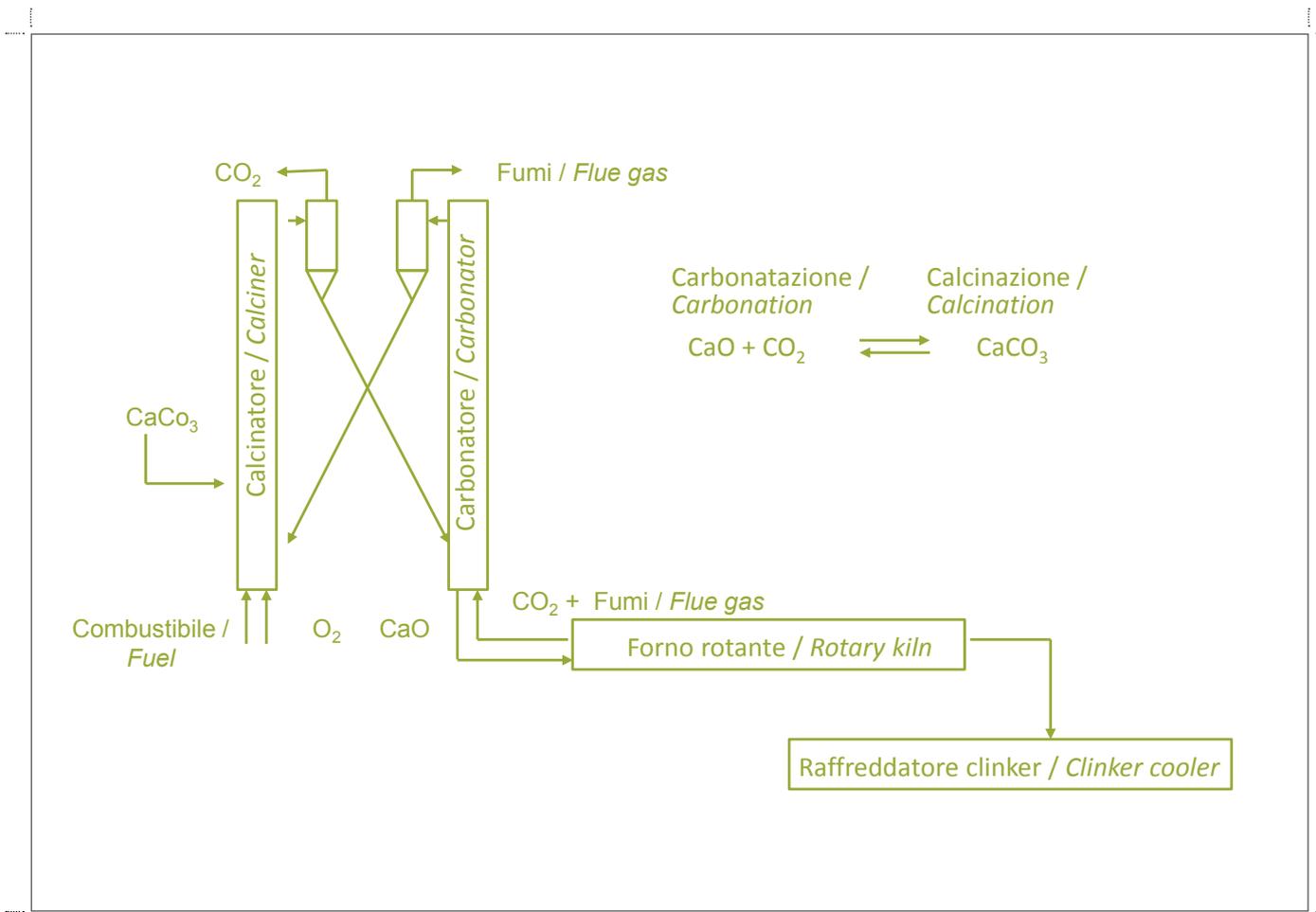


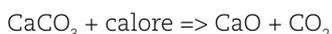
DIAGRAMMA DI FLUSSO DI PROCESSO / PROCESS FLOW DIAGRAM

di combustione. La tecnologia del calcium looping è la più promettente per la cattura di CO₂ e potrebbe rivelarsi indicata per impianti da realizzarsi nel medio e lungo termine. Il processo del calcium looping sfrutta la capacità dell'ossido di calcio (CaO) di catturare CO₂ a una temperatura di circa 650 °C.

Tale reazione avviene nel carbonatore. Dopo aver catturato la CO₂, l'ossido di calcio (CaO) si trasforma in carbonato di Calcio (CaCO₃). Quest'ultimo ritorna al calcinatore, dove avviene la combustione ad ossigeno puro che portando la temperatura dei gas a circa 950 °C favorisce la trasformazione del carbonato (CaCO₃) in ossido di calcio (CaO) e CO₂.

Il ciclo (loop) dell'ossido di calcio si sviluppa nelle seguenti due reazioni:

- Carbonatazione: la CO₂ reagisce con ossido di calcio secondo la reazione $CaO + CO_2 \Rightarrow CaCO_3 + \text{calore}$
- Calcinazione: la CO₂ è rilasciata, secondo la reazione inversa



Realizzando la calcinazione in ossigeno (anziché in aria) si genera un gas costituito da CO₂ pressoché puro, salvo la presenza di umidità e eventuale aria falsa, quindi pronta per una depurazione finale, liquefazione e stoccaggio in siti geologici adatti o per eventuale utilizzo.

L'impianto pilota sarà realizzato sul lato nord della torre del preriscaldatore del forno di Vernasca.

Le nuove parti di impianto (calcinatore e carbonatore le principali), sono state progettate per essere realizzate adiacenti ai piani in cemento armato della torre esistente, ma all'esterno, per non intralciare la conduzione dell'impianto di produzione clinker.

Le attività iniziali di ingegneria sono state sviluppate dalla Direzione Progetti e Nuovi Impianti Buzzi Unicem di Casale a partire dai primi mesi del 2017 con la modellazione tridimensionale dell'impianto, lo studio dei flussi e i calcoli termodinamici necessari per stabilire le dimensioni delle tubazioni

e dei macchinari. L'impianto è stato in seguito gradualmente migliorato rispetto all'idea iniziale, grazie ad approfondimenti e scambi di know-how tra i partner tecnici.

La progettazione dell'impianto è stata assegnata alla società tedesca IKN che si è occupata anche della definizione delle specifiche di macchina e successivamente della costruzione e dell'acquisto dei macchinari.

Dopo aver effettuato la modellazione 3D dell'impianto e i calcoli termodinamici, la Direzione Progetti e Nuovi Impianti Buzzi Unicem si è occupata della progettazione strutturale e della costruzione sia delle piattaforme di accesso all'impianto, sia degli impianti dei servizi generali (acqua, aria, combustibili); dell'analisi dei rischi e della marcatura CE dell'impianto; della definizione delle specifiche di funzionamento; nonché della progettazione elettrica e successiva realizzazione. Allo stesso tempo, sulla base della prima ingegneria, è stato redatto il documento di appalto per la fornitura

dei montaggi, assegnati a una ditta italiana specializzata.

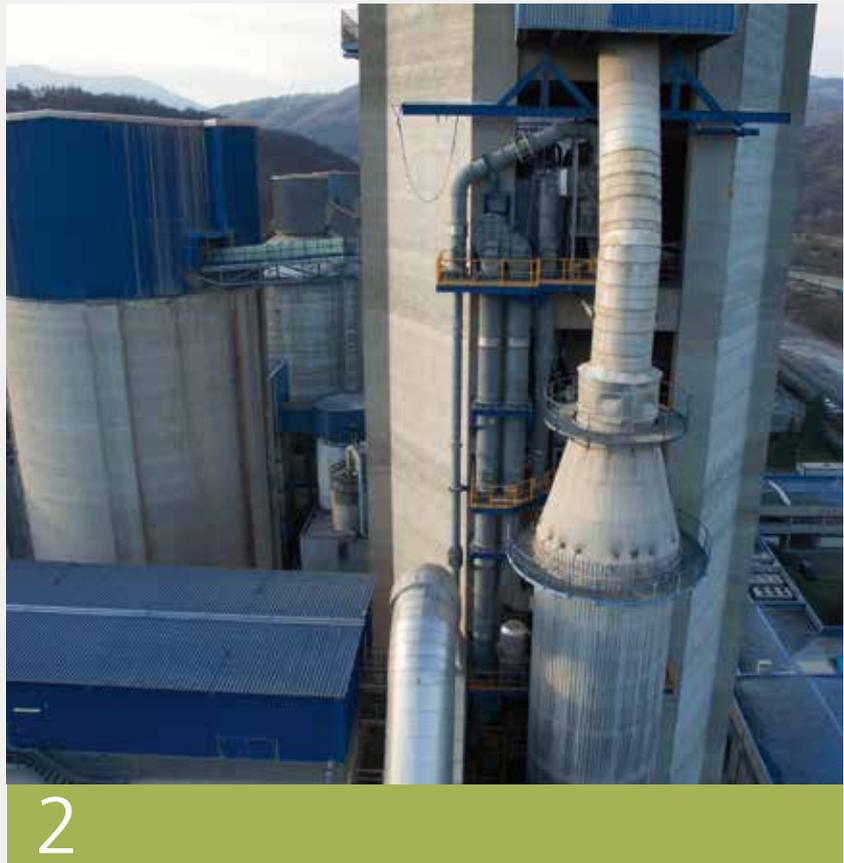
Grazie a un'attenta pianificazione delle attività, i tempi di montaggio e i costi sono stati mantenuti sotto controllo e i lavori sono stati svolti in sicurezza, in un'area comunque impegnata dalla normale attività produttiva dello stabilimento.

Il montaggio, tutt'ora in corso, è coordinato sul campo dall'addetto Nuovi Impianti di cemeniteria che si interfaccia con la sede per la soluzione dei problemi che insorgono durante le varie fasi.

Tutti gli aspetti ambientali e di sicurezza sono stati gestiti con la collaborazione dei colleghi del servizio EAS Buzzi Unicem.

L'impianto dovrebbe essere completato e pronto per le prime prove, a partire da metà maggio 2020. I test saranno gestiti direttamente dai tecnici della cemeniteria che si interfaceranno con il team di esperti, facenti parte del consorzio. Questi ultimi si occuperanno di validare l'attendibilità dei risultati ottenuti.

I test proseguiranno fino a fine del 2021, data entro la quale saranno pubblicati i principali risultati ottenuti.



2

The CLEANKER project (production of CLEAN clinker via the calcium looping process) is funded by the European Community as part of the Horizon2020 program. The goal of the project is to demonstrate the possibility of capturing over 90% of the CO₂ generated during the cement production cycle through a pilot scale system connected directly to the cement plant's gas circuit. The project involves designing, constructing and operating a system based on the calcium looping technology at Buzzi Unicem's Vernasca cement plant. Thirteen partners, twelve European and one from China, are participating in this initiative which is being coordinated by the Piacenza Environmental Energy Laboratory (LEAP). This group specializes in the energy and environmental sector and is supported by the Polytechnic of Milan.

Approximately 60% of the total CO₂ emissions from cement plants come from the calcination of calcium carbonate (CaCO₃), which is abundantly present in the raw meal (70%). The remaining emissions are derived from the combustion process. The calcium looping process is the most promising technology for capturing CO₂ and could be a suitable solution for plants in both the medium and long term. The calcium looping process harnesses the ability of calcium oxide (CaO) to capture CO₂ at a temperature of around 650 °C. This reaction takes place in the carbonator. After capturing the CO₂ the calcium oxide (CaO) changes into calcium carbonate (CaCO₃). The latter goes back to the calciner where combustion in pure oxygen occurs, which increases the gas temperature to about 950 °C and ensures the transformation of the calcium carbonate (CaCO₃) into calcium oxide (CaO). The calcium oxide cycle, or loop, occurs in the following two reactions:

- Carbonation: the CO₂ reacts with calcium oxide in the following reaction

$$\text{CaO} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{heat}$$
- Calcination: the CO₂ is released in the inverse reaction

$$\text{CaCO}_3 + \text{heat} \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$

Calcining in oxygen, instead of air, produces a gas consisting of almost pure CO₂, except for the presence of moisture and possible false air, and is thus ready for either final purification, liquefaction and storage in suitable geological sites or for potential reuse. The pilot system will be built on the north side of the preheater tower of the

kiln at Vernasca. So as not to hinder the clinker production operations, the new components of the system, mainly the calciner and carbonator, were designed to be built adjacent to, but outside of, the reinforced concrete floors of the existing preheater tower. The initial design activities were developed in early 2017 by the Buzzi Unicem Design and Technology Department in Casale. This included the three-dimensional modeling of the system, a study of the flows, and the thermodynamic calculations needed to determine the dimensions of the pipes and machinery. The initial design of the system was gradually improved upon by conducting in-depth analysis and through the exchange of knowledge and experience among the technical partners. The system was designed by the German firm IKN, which was accountable for defining the equipment specifications and then purchasing and constructing the machines. After performing the 3D modeling of the system and the thermodynamic calculations, the Buzzi Unicem Design and Technology Department handled the structural design and the construction of the platforms for accessing the system and the general utilities (water, air, fuels). Our technicians were also responsible for defining the operating specifications, the risk analysis and the CE marking of the system; and the design and construction of the electrical system. At the same time, using the preliminary engineering design, our Purchasing Department prepared the procurement contract for the construction of the system which, ultimately, was awarded to a specialized Italian company. As a result of the careful planning, the assembly times and costs were kept under control and the work was performed safely in an area that is active with the normal production activities of the plant. The construction is still in progress and is being coordinated onsite at the Vernasca plant by the individual in charge of New Plants who, in turn, interfaces with headquarters for solutions to problems that arise during the various phases. All environmental and safety aspects were handled in conjunction with colleagues from Buzzi Unicem's EHS department. The system should be completed and ready for initial testing in mid-May 2020. The tests will be handled directly by the plant engineers, who will interact with the team of experts from the consortium and who will be responsible for validating the test results. The tests will continue until the end of 2021, at which time the main results will be published.

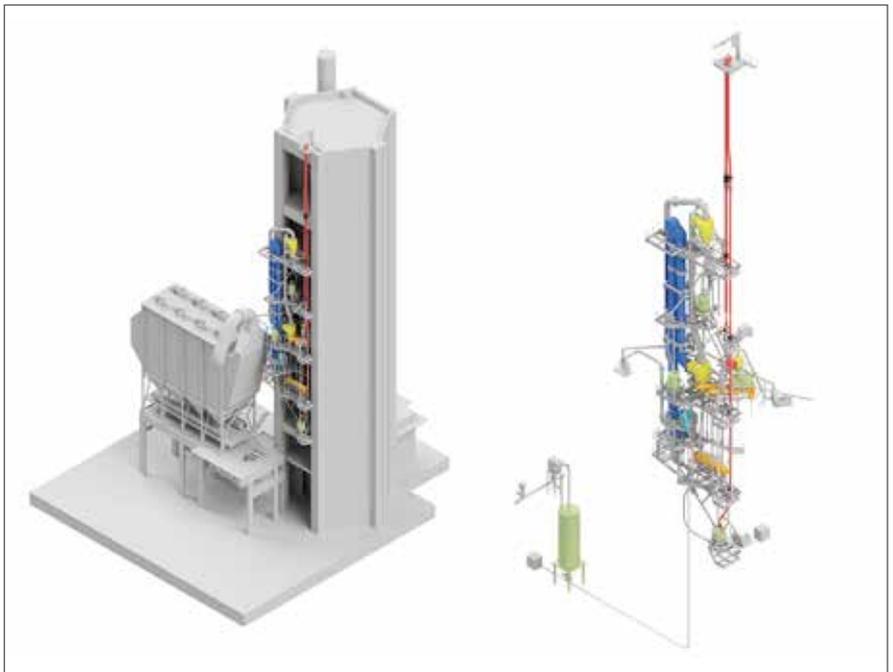


IMMAGINE 3D DELL'IMPIANTO / 3D IMAGE OF THE SYSTEM

3. VISTA FRONTALE CALCINATORE E SCAMBIATORE AD ACQUA / FRONT VIEW OF THE CALCINER AND WATER EXCHANGER

