

Alexandra Bequette
Buzzi Unicem USA

Monitoraggio continuo della qualità del clinker a Festus

Continuous clinker quality monitoring at the Festus plant

NELL'AMBITO DEL PROGETTO RIVER 7000, PRESSO LO STABILIMENTO DI FESTUS È STATO ATTIVATO UN SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DEL CLINKER COMPLETAMENTE AUTOMATICO, BASATO SU UN ANALIZZATORE XRD SEMPRE ATTIVO. È IL PRIMO SISTEMA DI QUESTO TIPO AD ESSERE STATO INSTALLATO IN UNA CEMENTERIA NEGLI USA.

AS PART OF THE RIVER 7000 PROJECT, THE BUZZI UNICEM USA FESTUS PLANT INSTALLED A FULLY AUTOMATIC CLINKER QUALITY MONITORING SYSTEM BASED ON A CONTINUOUS ONLINE XRD ANALYZER. THIS SYSTEM IS THE FIRST OF ITS KIND IN THE US CEMENT INDUSTRY.

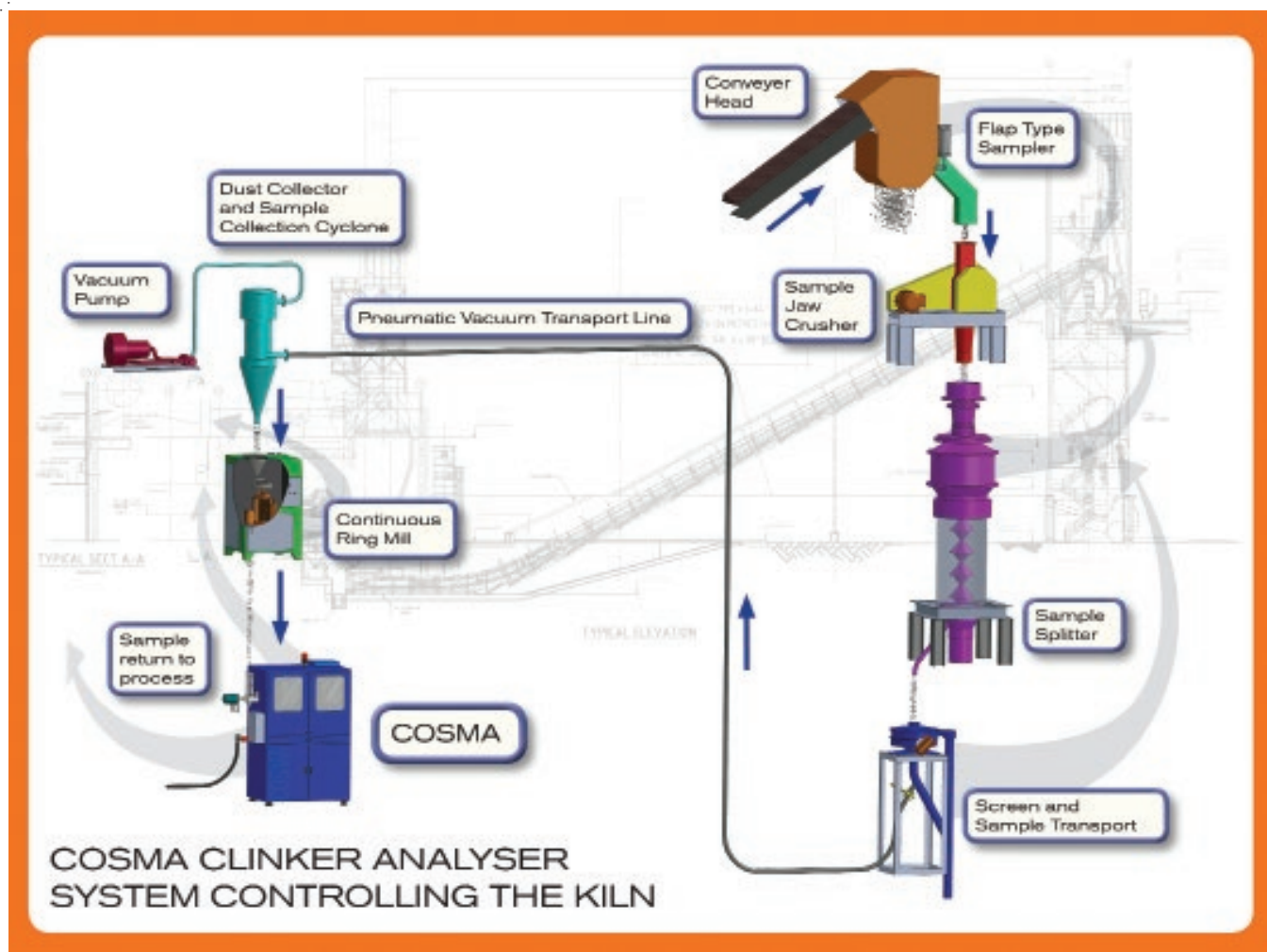
Buzzi Unicem USA ha recentemente installato presso la cementeria di Festus un analizzatore a diffrazione di raggi X FCT ACTech COSMA per l'analisi in tempo reale della composizione minerale del clinker; il primo di questo tipo nel settore del cemento statunitense.

Il sistema di monitoraggio in continuo del clinker (CCMS) controlla sia il funzionamento del forno, sia la qualità del clinker. L'analizzatore, ubicato nel laboratorio, opera in remoto. La raccolta e il trasporto automatico dei campioni sono fondamentali per il funzionamento del sistema, e questo avviene grazie a un campionatore situato allo scarico del nastro trasportatore del raffreddatore del clinker.

Dopo la raccolta iniziale, circa 10 kg di materiale passano attraverso un frantoio a mascelle e un quartatore per ottenere un campione, poi vagliato con un separatore vibrante e trasportato pneumaticamente in un mulino ad anello per la macinazione di circa l'80% del campione stesso a 90 micron. Dal mulino,



1. ANALIZZATORE COSMA E CONTROLLI PLC
COSMA ANALYZER SYSTEM AND
PLC CONTROLS



PERCORSO DEL CAMPIONE DI CLINKER VERSO L'ANALIZZATORE / CLINKER SAMPLE PATH TO THE ANALYZER

il campione passa per gravità nell'analizzatore. Utilizzando il sistema di analisi Rietveld, una sofisticata tecnica di regressione, il pattern di diffrazione del campione di clinker viene rilevato e viene calcolata la composizione mineralogica. Il sistema XRD in continuo analizza un flusso costante di campioni tramite un rivelatore curvo stazionario in grado di produrre un pattern di diffrazione simultaneo a 120 gradi di 2 theta. Questa tecnica permette la registrazione continua del pattern, contrariamente al metodo tradizionale che lo sviluppa utilizzando un arco trasversale. Il campione esaminato viene quindi espulso dall'analizzatore e riconvolgiato pneumaticamente al raffreddatore del clinker per completare il processo automatico a circuito chiuso. Il CCMS può completare una analisi ogni 4 minuti, fornendo agli operatori nella sala di controllo un

feedback quasi istantaneo sul funzionamento del forno e sulla qualità del clinker che andrà al mulino cemento. Utilizzando l'analizzatore in continuo del clinker, è possibile ottenere la reale composizione minerale dello stesso, che dipende anche dalle condizioni di processo nel forno. L'obiettivo è di massimizzare la qualità idraulica del clinker ottenendo un rapporto ottimale costo-efficienza. La composizione minerale del clinker, in particolare del contenuto di alite (C3S), deve essere severamente controllata per mantenere una buona reattività idraulica. Nello stabilimento di Festus, il CCMS ha permesso di raggiungere questo obiettivo. Dopo la messa in servizio, la deviazione standard dall'obiettivo C3S nel clinker è stata ridotta dal 4,2% del 2010 al 2,7% del 2013. Un contenuto di alite consistente permette una produzione di cemento

più costante, poiché il C3S è il fattore che maggiormente contribuisce alla resistenza dei cementi. Come nella maggior parte delle cementerie, lo stabilimento di Festus utilizza un sistema "esperto" di controllo automatico del forno. Si tratta di un software realizzato in azienda e sviluppato utilizzando i parametri base di controllo del forno, tra cui il calcolo della calce libera nel clinker. Impostando un setpoint PID per la calce libera, la temperatura del processo di cottura viene modificata per cambiare efficacemente il tasso di utilizzo del combustibile e fornire un calore costante. Ciò consente di ottimizzare il processo di alimentazione prima dell'entrata nel forno e favorisce la stabilità di combustione, ottenendo minori variazioni della calce libera. Il CCMS fornisce dati in "tempo reale" al sistema esperto migliorando sensibilmente l'effica-

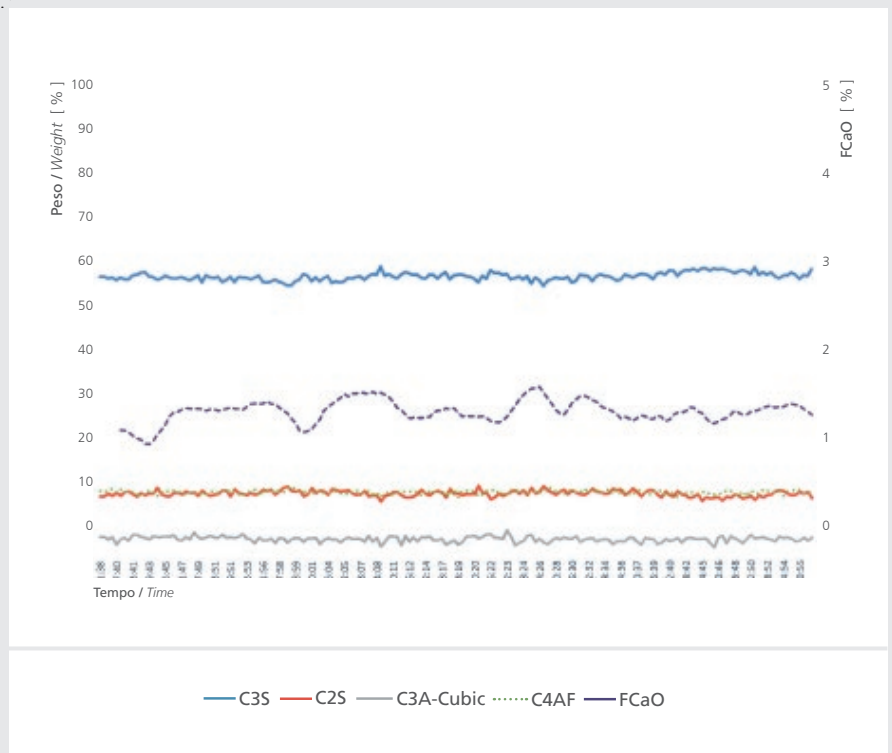
cia del controllo automatico. Anche usufruendo del miglior forno e dei migliori operatori, in alcuni casi il forno è sì stabile ma la calce libera può variare comunque oltre i "range" desiderati.

Queste variazioni potrebbero essere causate da piccole fluttuazioni nella chimica e nella finezza dell'alimentazione, da variazioni minori nella qualità del combustibile o da cambiamenti nel flusso d'aria del forno. Mentre nella maggior parte dei casi queste situazioni vengono corrette da un tipico sistema "esperto", in altre circostanze i normali parametri di controllo del forno non indicano problemi fino al completamento dell'analisi della calce libera. L'implementazione del CCMS, con un feedback sulla calce libera più immediato, ha quasi eliminato queste condizioni. Come illustrato a pagina 10, i parametri di controllo del forno sono costanti prima della diminuzione di calce libera.

Con il feedback continuo sui contenuti di calce libera, l'operatore può capire più velocemente quando diminuire la portata di combustibile nel forno. In questo modo il processo può essere corretto con più tempestività, impedendo un'eccessiva cottura del clinker (minimizzando la gestione del clinker a valle), con conseguente minor consumo di combustibile nel forno.

Continuare con i vecchi procedimenti avrebbe comportato un più elevato consumo di combustibile nell'attesa dei risultati delle analisi di laboratorio e avrebbe generato una quantità significativa di clinker fuori specifica che avrebbe poi richiesto un trattamento speciale nella macinazione cemento.

Grazie all'utilizzo del CCMS abbiamo potuto registrare un notevole miglioramento nella qualità del clinker e del cemento e nella stabilità del funzionamento del forno, ottenendo una riduzione dei costi di produzione tramite un allungamento della vita dei refrattari, una migliore efficienza del combustibile e del forno e un miglioramento della macinabilità del clinker.



ESEMPIO DI ANALISI CONTINUA XRD DEL CLINKER IN 12 ORE
EXAMPLE OF CONTINUOUS CLINKER XRD ANALYSIS OVER 12 HOURS

At the Festus plant, Buzzi Unicem USA has recently installed an FCT ACTech COSMA analyzer system, a continuous X-Ray diffraction analyzer used for real-time analysis of clinker mineralogy and the first of its' kind in the US cement industry.

Operation of the continuous clinker monitoring system (CCMS) is integral for controlling both kiln operations and clinker quality.

The analyzer is remotely located in the laboratory building. Automatic sample collection and transport is key to operation of the system, and is accomplished with a flap-type sampler at the top of the clinker cooler conveyor head.

After initial collection, approximately 10 kg of sample passes through a jaw crusher and material splitter, to guarantee collection of a representative sample for analysis. The sample is then screened with a vibratory separator and pneumatically transported to a ring mill for grinding to 80% passing on 90 µm. From the mill the sample is gravity feed to the analyzer for analysis.

Using the Rietveld analysis, a sophisticated regression technique, the diffraction pattern of the clinker sample is detected and translated into mineral composition. The continuous XRD system analyzes a steady stream of sample with a stationary, curved position detector capable of producing a simultaneous 120-degree diffraction pattern.

This technique allows for continuous recording of the pattern, rather than the traditional method of developing the pattern sequentially from a traversing arc. The spent sample is then ejected from the analyzer and pneumatically conveyed back to the clinker cooler to complete the closed-loop, fully-automatic process.

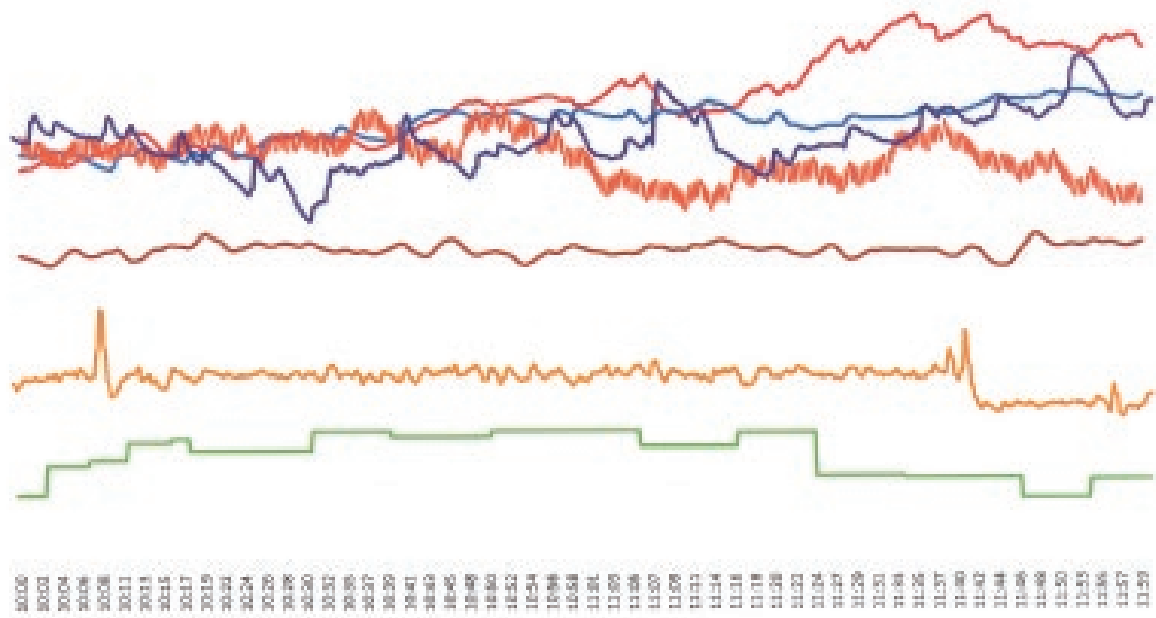
With the CCMS, a new analysis can be completed every 4 minutes, providing the control room operators with nearly instant feedback on both the operation of the kiln and quality of clinker being transported to the finish grinding department. Utilizing the continuous clinker analyzer, the true mineralogy of the clinker can be obtained.

The mineralogy is predominantly dependent on the processing conditions in the kiln, where the goal is to maximize the hydraulic quality of the clinker with opti-

mum cost-efficiency. The clinker mineralogy, in particular the alite (C3S) content, needs to be tightly controlled to maintain good hydraulic reactivity. At the Festus plant, this has been very successfully achieved with the CCMS, where after commissioning, the standard deviation of the C3S target in the clinker was reduced from 4.2% in 2010 to 2.7% in 2013. The highly consistent alite also provides for efficient production of more consistent cement products, since C3S is the main contributor to cement strengths. As with most cement plants, the Festus plant utilizes a kiln expert automatic control system. The system is an in house program derived using basic kiln control parameters, one of the main components of which is the clinker free lime calculation. Through a PID set point of free lime, the control temperature of the pyro-processing system is modified to effectively change the fuel firing rate and provide consistent heat input. This optimizes feed processing

before entering the kiln, promoting a more stable kiln with less variation of free lime. Use of the CCMS provides "real-time" input to the expert system substantially improving effectiveness of the automatic control. Even with the best kiln system and operators, there are periods when the kiln is very stable but the free lime will vary beyond desired ranges. These could be caused by small fluctuations in feed chemistry, feed fineness, minor variation in fuel quality, or changes in kiln airflow. While in most cases these situations are corrected by the typical expert system, there are times when the normal kiln control parameters do not indicate a problem until the free lime analysis has been completed. Implementation of the CCMS, with a more immediate free lime feedback loop, has nearly eliminated these conditions. This effect is illustrated in the graph on this page. As shown, the kiln control parameters are constant before the kiln free

lime drops. With continuous feedback on free lime content from the CCMS, the operator more readily recognizes that the fuel firing rate should be lowered on the kiln. This provides more timely correction to the process, preventing over-burning of the clinker (minimizing downstream clinker management) and resulting in lower kiln fuel consumption. Past practices would have resulted in higher fuel consumption for an extended period while waiting on analyses from the lab personnel and produced significantly more off-specification clinker that would require special handling and processing on the finish end. The combined benefits from utilization of the CCMS have resulted in significantly improved clinker and cement quality and considerably more stable kiln operations. These improvements have also resulted in reduced manufacturing costs realized through extended refractory life, better kiln fuel efficiency and an improved clinker grindability.



— **PRESSIONE DELLA SOTTOGRIGLIA**
 UNDERGRATE PRESSURE

— **QUANTITA' DI COKE NEL FORNO**
 KILN COKE RATE

— **CALCE LIBERA NEL CLINKER**
 CLINKER FREE LIME

— **TEMPERATURA ZONA COTTURA**
 BURNING ZONE TEMPERATURE

— **TEMPERATURA ARIA SECONDARIA**
 SECONDARY AIR TEMPERATURE

— **TEMPERATURA CALCINATORE**
 CALCINER TEMPERATURE

— **AMPS DEL FORNO**
 KILN AMPS

TREND OPERATIVO DEL FORNO CON UN BASSO LIVELLO DI CALCE LIBERA
 KILN OPERATIONAL TREND WHEN LOW FREE LIME OCCURS