



Publicato su [www.demolizioni.com](http://www.demolizioni.com) 08/04/2005

## L'ATTIVITA DI EVACUAZIONE DELLA SALAMANDRA DAGLI ALTOFORNI CON MICROCARICHE ESPLOSIVE



di Stefano Scaini

### Premessa

Una procedura da eseguire obbligatoriamente con periodicità ed attenzione per una corretta e produttiva gestione di un altoforno, è senza dubbio quella relativa alle "fermate programmate". Durante questi periodi di "upgrading" si procede ad un approfondito aggiornamento di tutto il sistema, partendo dall'analisi dei processi fino ad arrivare alla vera e propria manutenzione tecnica.

Una delle attività previste durante questo "iter" è lo **svuotamento della parte inferiore dell'altoforno, con la conseguente evacuazione della cosiddetta "salamandra" e la rimozione quindi di "loppa"** (carboni circonfenziali).

Le tecnologie alle quali è possibile attingere per effettuare in maniera efficace queste operazioni di svuotamento sono essenzialmente due:

1. l'utilizzo di attrezzature per il taglio;
2. la demolizione meccanica
3. l'impiego di microcariche esplosive (sparo in masse calde)

Nel seguito verranno descritte le procedure operative ed i protocolli di intervento dello "sparo in masse calde", che esulano senza dubbio dai canoni classici degli interventi di demolizioni.

### Richiami al processo di siderurgia

I materiali metallici vengono prodotti trattando opportunamente, di solito per via termica, minerali e talvolta rottami e recuperi. La fabbricazione dei materiali metallici prevede, inoltre, l'impiego di una certa quantità di materie prime necessarie al processo quali carbone, scorificanti e gas riducenti.

In particolare la "metallurgia del ferro" o "siderurgia" può essere basata su minerali (costituiti esclusivamente da ossidi) o su rottami e recuperi.

Gli ossidi subiscono un processo di riduzione nell'altoforno dando origine alla ghisa; solo una piccola parte di questa viene destinata all'ottenimento di prodotti da fonderia mentre la maggior parte è trasformata in acciaio grezzo, tramite appositi convertitori, mediante un processo detto "conversione". La fusione dei rottami e dei recuperi è invece eseguita mediante speciali forni elettrici.

La riduzione di un ossido metallico consiste nel fare avvenire la reazione di dissociazione



La facilità con cui questa reazione avviene è talmente legata all'affinità del metallo per l'ossigeno che gli ossidi di certi metalli devono addirittura essere semplicemente riscaldati perché essa avvenga.

Gli ossidi di altri metalli invece, affinché avvenga la reazione sopra citata, dovrebbero essere riscaldati a temperature talmente elevate da dover ricorrere a processi a volte economicamente sconvenienti o addirittura tecnicamente non possibili. Spesso per ovviare a problematiche di questo genere si utilizzano, a complemento delle fasi di riscaldamento, agenti riduttori come il gas CO provocando la reazione



Nella pratica le condizioni favorevoli alle reazioni di riduzione vengono raggiunte per mezzo di una speciale apparecchiatura chiamata "altoforno". Esso è costituito da una torre di materiale refrattario rivestita esternamente di acciaio.

Mentre dall'alto si introducono alternativamente minerali di ferro e coke, dal basso si insuffla aria calda la quale provoca la combustione del coke :  $\text{C} + \text{O}_2 \square \text{CO}_2$ .

Questa reazione, fortemente esotermica, determina la fusione del minerale che viene ridotto nella parte alta dell'altoforno da CO ( generato dalla reazione  $\text{C} + \text{CO}_2 \square 2 \text{CO}$  ) e nella parte bassa per opera diretta del carbonio. La scoria, che è composta principalmente da ossidi di Si, Ca, Al, Mg, Fe e Mn e che viene detta "loppa", galleggia sul metallo fuso e può essere facilmente separata da questo.

La ghisa viene invece prelevata dall'altoforno ad una temperatura di  $1350 \pm 1400^\circ\text{C}$  e presenta la seguente composizione chimica :



### Criteri di scelta del metodo

La scelta della metodologia d'intervento per l'evacuazione della salamandra non deriva quasi mai da valutazioni di carattere economico, bensì dalla quantità di materiale da evacuare; è questa una variabile strettamente dipendente dalle scelte effettuate durante il ciclo produttivo e proporzionale in quantità all'intervallo temporale, scelto tra una fermata programmata e la successiva.

Qualora ci si trovi di fronte a volumi di altezze variabili tra 1 ed 1,5 metri, è assolutamente consigliabile procedere al taglio del materiale mediante tecnologie al diamante. Una volta sezionato il materiale e trasportato per trascinamento all'esterno con mezzi meccanici e cavi d'acciaio si può procedere, in un'area adeguatamente predisposta e confinata, alla demolizione meccanica attraverso l'utilizzo di una massa battente di dimensioni adeguate.

Nel caso in cui il materiale presenti invece un fronte di dimensioni differenti, con altezze ad esempio nell'ordine dei 3 o 4 metri, è necessario provvedere mediante le metodologie che prevedono l'utilizzo calibrato di microcariche esplosive.

### L'utilizzo delle microcariche esplosive

Questa lavorazione, prevedendo l'impiego di materiale esplosivo in masse calde, è individuata nel "project management " sempre come supercritica e evidenzia dal primo giorno di cantiere, di racchiudere in sé una notevole quantità di problematiche le quali, spesso amplificate dal particolare contesto operativo, mettono a dura prova l'intera struttura delle maestranze coinvolte.

Basti pensare a casi accaduti nei quali, al momento della fermata dell'altoforno, il quantitativo stimato di salamandra esistente fosse notevolmente superiore alla media, addirittura a volte di circa 400 mc. , per un peso totale di oltre 1000 tonnellate.

Una volta eseguito il taglio della corazza, effettuato lato campo di colata ed avente dimensioni nell'ordine di m. 3,5 x m. 7,0, il forno si presenta visivamente pieno nella parte inferiore ( salamandra più carica residua ).

La prima fase operativa corrisponde con l'evacuazione della carica e dei carboni circolari mediante l'utilizzo di miniescavatori, continuando poi con l'attività di evacuazione della salamandra mediante l'utilizzo di cariche esplosive. L'attività sopra citata può protrarsi per settimane e, a volte, addirittura per mesi, in funzione dei quantitativi di salamandra da rimuovere, risultando particolarmente impegnativa.

I tempi di intervento sono altresì influenzati dal tipo di salamandra da rimuovere in particolare dallo spessore dei primi strati spugnosi.

In conseguenza di ciò, specialmente all'inizio del cantiere, la produzione risulta spesso notevolmente inferiore alle aspettative: ad ogni brillamento gli strati più superficiali della salamandra si frantumano non solamente in modo del tutto casuale, ma addirittura con una pezzatura estremamente ridotta.

Si deve quindi attendere fino all'esaurimento della parte spugnosa, per riuscire ad ottenere una produzione "efficace", che può essere stimata mediamente con il distacco di blocchi pari a circa 2 mc. , ovvero circa 15 t. di peso.

Di fondamentale importanza si rivela il "modus operandi" adottato per l'attività di evacuazione dei carboni circolari e funzionale all'utilizzo delle microcariche esplosive.

Quest'attività si ripete infatti a più riprese seguendo l'andamento della rimozione della salamandra, in modo tale da lasciare sempre lo spazio necessario tra la corazza dell'altoforno e la salamandra oggetto delle attività di brillamento. Nonostante possa sembrare apparentemente una banalità, è invece di estrema importanza specificare come questo spazio utile sia funzionale, non solamente a fornire un'adeguata superficie libera al lavoro delle microcariche esplosive ma, in particolar modo, a garantire uno spazio per così dire "di rispetto" al fine di limitare la trasmissione delle sollecitazioni meccaniche indotte dalla detonazione nei confronti della struttura dell'altoforno.

Solamente dopo aver "pesato" attentamente in fase di progettazione le caratteristiche strutturali dell'altoforno in oggetto, è possibile procedere all'esatta taratura dei parametri di lettura e registrazione dei sismografi i quali, dal primo brillamento all'ultimo, devono monitorare costantemente tutte le strutture da salvaguardare nelle immediate vicinanze quali, ad esempio, i giunti ceramici presenti negli impianti adiacenti.

L'evacuazione vera e propria della salamandra mediante l'utilizzo di microcariche esplosive avviene creando piccoli terrazzamenti sui quali si procede alla perforazione, utilizzando una maglia avente mediamente un passo di 40 cm. circa.

L'attività, che risulta essere quella preponderante dal punto di vista temporale, nonché di estrema importanza per il buon esito delle operazioni di brillamento, è certamente quella relativa alla perforazione della salamandra stessa; fondamentali sono in particolar modo il corretto posizionamento delle maglie di perforazione ed il rispetto scrupoloso delle profondità dei fori indicate dal progetto.

La perforazione, sempre effettuata mediante lancia termica ad ossigeno, è generalmente caratterizzata da un diametro di circa 15-25 cm. e da profondità variabili tra i 70 ed i 180 cm., gestite in relazione alle caratteristiche proprie degli strati di salamandra con i quali di volta in volta ci si deve confrontare.

Una volta effettuate le operazioni di perforazione, che avvengono generalmente di notte in modo da operare su più turni di lavoro, si deve badare al raffreddamento dei fori eseguiti, fino ad una temperatura non superiore ai 45° C. Può accadere sovente che l'attesa per il raffreddamento dei fori comporti un ritardo nell'inizio delle operazioni di caricamento con esplosivo non potendo essere garantito, in presenza di raffreddamento insufficiente, un adeguato standard di sicurezza per il personale impiegato nelle attività.

A volte si preferisce eseguire un'attività di perforazione "no-stop" per più giorni consecutivi al fine di poter permettere le operazioni di brillamento per l'intera nottata o addirittura per più giorni successivi.

Quest'ultimo "accorgimento" operativo si adotta ogni qualvolta, in presenza di una produzione caratterizzata da pezzature di notevoli dimensioni, si rende necessaria una particolare organizzazione del sistema di carico e trasporto a recupero del materiale di risulta.

Le attività di caricamento dei fori con esplosivo ed il conseguente brillamento avvengono generalmente nella fascia oraria di minor affluenza del personale all'interno dello stabilimento.

Tutto ciò impone di non lasciare "nulla al caso", neppure aspetti solitamente considerati secondari e talvolta "di routine".

La contingenza di dover operare con esplosivi in un ambiente confinato, caratterizzato da una temperatura attorno ai 50° C circa e con un'illuminazione pressoché nulla, può dare una dimensione esatta della definizione di "particolare contesto operativo".

Operando brillamenti in uno scenario come quello appena descritto bisogna porre particolare attenzione a:

1. ridurre i tempi prolungati di permanenza dell'esplosivo all'interno del foro (nel nostro caso specifico non più di 20 ÷ 25 minuti);
2. limitare gli interventi post-brillamento su eventuali cariche inesplose;
3. evitare anomalie all'interno del circuito dei detonatori.

Per evitare di dover affrontare contingenze come quelle sopra elencate, bisogna adottare la seguente procedura operativa:

- una volta ispezionati accuratamente i fori, valutandone sia la conformazione che la temperatura, si scelgono quelli deputati al brillamento (generalmente non più di 6 ÷ 8 per volata), procedendo a posizionare borrhaggio e calcoio in corrispondenza di ciascuno;
- il borrhaggio, generalmente eseguito con sabbia, può essere sostituito "in itinere" con massa refrattaria per garantire, specie durante i brillamenti degli strati più omogenei e compatti della salamandra, una tenuta ottimale alla detonazione delle microcariche;
- all'esterno dell'altoforno si deve testare preventivamente ogni singolo detonatore allestendo il circuito definitivo completo della linea di tiro, opportunamente cortocircuitato ed isolato alla perfezione in corrispondenza delle connessioni; particolare attenzione deve essere posta nell'isolamento delle connessioni, al fine di evitare il contatto accidentale con la massa ferrosa conduttiva;
- per scongiurare ulteriormente la possibilità, seppur remota, di dover intervenire dopo il brillamento per eventuali cariche inesplose, è preferibile optare, nel caso in cui la temperatura all'interno di un foro fosse giudicata "appena sufficiente a procedere", per il posizionamento di due detonatori per ogni singolo foro da mina;
- nel contempo è necessario predisporre, dopo averla adeguatamente confezionata, la quantità di esplosivo ritenuta necessaria presso ogni foro da caricare;
- si procede infine alle operazioni di caricamento e borrhaggio utilizzando una squadra di due operatori ogni due fori, mentre è bene assegnare a due tecnici specializzati la supervisione del lavoro e la verifica finale della linea di tiro.

Adottando questa procedura si riesce ad evitare un'eccessiva permanenza delle microcariche all'interno dei fori una volta costipate, scongiurando eventuali casi di detonazione spontanea.

Successivamente al brillamento delle cariche si procede nel seguente modo:

1. verifica dell'avvenuto "sfumo" all'interno dell'altoforno;
2. controllo visivo dell'avvenuta volata eseguito foro per foro;
3. analisi e comparazione dei dati rilevati dai sismografi;
4. debriefing tra gli operatori intervenuti nelle operazioni;
5. verifica "in situ" di quanto previsto dal progetto.