

***ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE STATALE "A. VOLTA "***  
***con LICEO SCIENTIFICO TECNOLOGICO e BIOLOGICO.***  
***FORMAZIONE PROFESSIONALE: Operatore meccanico ed elettrico.***

Classi II C - II E.

A.S.2008/2009

***DISPENSA INTEGRATIVA N° 1.***

Materiali metallici ferrosi.

---

### 1.1. - Minerali di ferro.

I minerali più importanti, per quanto riguarda la produzione di leghe siderurgiche, sono riportati nella slide. Questi minerali hanno una concentrazione di ferro variabile in funzione del minerale stesso e del giacimento di estrazione;

- ⇒ Magnetite: tenore di Fe medio tra il 45 ed il 70%
- ⇒ Ematite: tenore medio di Fe tra 45 e 60%.
- ⇒ Limonite: tenore medio di Fe tra il 68 e l' 86%.
- ⇒ Siderite e Pirite: tenore medio di Fe tra il 30 e 40%

### 1.2. - Rottami e recuperi.

Alcuni rottami rivestono una notevole importanza come materia prima ausiliaria. I vantaggi dell' utilizzo dei rottami consiste nei costi inferiori rispetto al minerale e nella facile reperibilità. Tra le categorie più diffuse, si hanno:

- ⇒ Prodotti metallici utilizzati: elettrodomestici, scocche di auto vecchie... Contengono molte impurità non correggibili durante il processo di fusione e possono andare ad inquinare il metallo fuso.
- ⇒ Cascami di produzione: trucioli, parti di lamiera... hanno solitamente una buona qualità.
- ⇒ Rottami di recupero interno: scarti di produzione, residui di colate... sono molto pregiati perché la loro composizione è nota.

### 1.3. - Preparazione dei minerali.

- ⇒ Lavatura: operazione mediante la quale si liberano i minerali da strati terrosi e salini. L' operazione viene eseguita mediante macchine di lavaggio, ubicate nei pressi del sito minerario.
  - ⇒ Frantumazione: questa operazione serve per ridurre il minerale ad una pezzatura uniforme, oltre che a rendere più semplice l' operazione di arricchimento. La pezzatura, in ogni caso, non deve essere troppo fine. Se la frantumazione è troppo spinta o si hanno materiali molto minuti, si ricorre all' agglomerazione.
  - ⇒ Arricchimento: è un' operazione necessaria per sfruttare al meglio il materiale proveniente da sedimenti più poveri. L' arricchimento può avvenire per via magnetica o per flottazione. Nel primo caso i minerali fortemente magnetici, vengono separati da quelli sterili, mediante l' applicazione di un campo magnetico. La flottazione
-

#### 1.4. - Trattamenti preliminari dei minerali.

Sono delle operazioni , il quale scopo è quello di trasformare il materiale, in modo tale da facilitare l' estrazione del metallo. La trasformazione può riguardare forma struttura e composizione.

- ⇒ Essiccamento: viene eseguito solo in casi di forte umidità. Per garantire rapidità in tale operazione è conveniente avere il materiale in piccola pezzatura.
  - ⇒ Calcinazione: processo mediante il quale si ottiene la dissociazione di alcuni minerali, mediante riscaldamento. La temperatura operativa è superiore rispetto a quella dell' essiccamento. Nel caso della limonite, l' acqua di idratazione si libera:  $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 + 3H_2O$ . Per la siderite, si dissociano i carbonati:  $FeCO_3 \rightarrow FeO + CO_2$ .
  - ⇒ Arrostimento: l' aggiunta di un agente estraneo al minerale, induce una trasformazione chimica del minerale stesso. L' arrostimento può essere riducente o ossidante. Nel primo caso l' agente esterno è il monossido di carbonio che permette di trasformare l' ematite in magnetite:  $Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$ . In quello ossidante, l'agente è l' ossigeno atmosferico, il quale permette un passaggio inverso rispetto al precedente  $4Fe_3O_4 + O_2 \rightarrow 6Fe_2O_3$  e la trasformazione della pirite in ossido di ferro  $FeS_2 + 5O_2 \rightarrow 2FeO + 4SO_2$ . Il processo di arrostimento, può aver luogo in 3 tipologie diverse.
    1. il minerale in piccola pezzatura viene mescolato di continuo per portare in superficie i pezzi che a contatto con l' atmosfera si trasformano.
    2. il minerale viene polverizzato ed iniettato nella camera di combustione, garantendo un processo rapido ed uniforme.
    3. il minerale nella camera di combustione, viene attraversato da una corrente d' aria.Nell' arrostimento sono da evitare temperature troppo elevate che potrebbero portare a fusione il materiale.
  - ⇒ Agglomerazione: operazione necessaria quando il minerale è in pezzatura troppo fine. I processi più diffusi sono il Grondal, la sinterizzazione e la pellettizzazione.
    1. Grondal: consiste nel pressare il materiale inumidito, al fine di conferirgli la forma di una mattonella. Le mattonelle vengono successivamente introdotte in un forno a tunnel e riscaldate a temperature intorno ai 1200 °C, per poi essere raffreddate mediante una corrente d' aria.
    2. Sinterizzazione: il materiale in polvere viene appoggiato su una griglia e mediante calore si ottiene un prodotto finale spugnoso, di forma irregolare e friabile.
-

3. Pellettizzazione: Permette di agglomerare materiale avente pezzatura finissima. Il materiale viene impastato con acqua ed agglomeranti, al fine di ricavarne per modellazione delle palline.

### 1.5. - Fusione.

L'operazione successiva alla preparazione dei minerali è la fusione. I forni utilizzati per tale scopo sono essenzialmente di due tipi

- ⇒ Forni soffiati: la carica è costituita dal minerale e dal coke, la quale viene immessa dall'alto. La corrente gassosa che sale dal basso incontra la carica riscaldandola e trasformandola. Nella zona di combustione si raggiungono le massime temperature del forno. Nella parte inferiore del forno si ha il crogiolo, nel quale si raccoglie la massa fusa.
- ⇒ Forni elettrici: Nella parte bassa del forno si hanno degli elettrodi tra i quali scocca l'arco elettrico che porta a fusione il materiale. A causa delle elevate temperature che si sviluppano, il forno viene raffreddato mediante aria.

### 1.6. - Scorie.

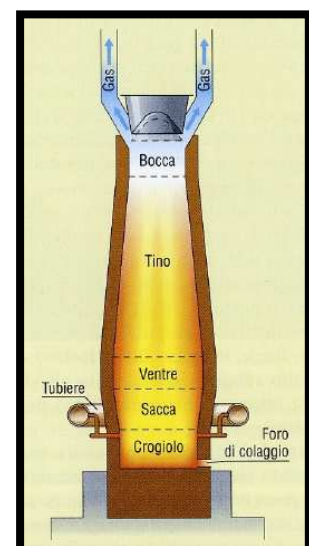
Nei processi di fusione, la scoria rappresenta il materiale di scarto. L'entità della scoria deve essere minima rispetto alla massa di metallo prodotto, per evitare dispendio di combustibile per la sua fusione e perdita di materiali pregiati. Deve avere basse temperature di formazione e di fusione, essere fluida al fine di facilitarne lo sgocciolamento tra gli interstizi della carica ed il raccoglimento. La bassa densità è un altro requisito importante per permettere il galleggiamento sul metallo fuso e quindi una facile separazione.

### 1.7. - Altoforno.

Nella figura, è riportata la schematizzazione semplificata dell'altoforno con le sue parti principali.

In ognuna di esse, avvengono reazioni chimiche e particolari fenomeni elencati di seguito.

- ⇒ Bocca: la temperatura varia tra 420 K e 670 K. I minerali a base di carbonato di ferro, reagiscono con l'ossigeno, producendo ossidi di ferro, secondo la reazione  $4FeCO_3 + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 4CO_2$ .
- ⇒ Tino: presenta una forma tronco-conica. La temperatura cresce dall'alto verso il basso (da 670 K a 1670 K).



- ⇒ L'ossido di ferro reagisce con il monossido di carbonio, secondo la reazione
- ⇒  $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ . Come si può notare dai prodotti di reazioni, in questa parte dell'altoforno comincia a liberarsi ferro spugnoso.
- ⇒ Ventre: si ha la discesa del ferro spugnoso e la temperatura aumenta sino a 1825 K. Il ferro spugnoso reagisce con il monossido di carbonio secondo la reazione  $3Fe + 2CO \rightarrow Fe_3C + CO_2$ . Si ricava pertanto del carburo di ferro che darà origine alla ghisa.
- ⇒ Crogiuolo: la ghisa liquida cola verso il crogiuolo e la temperatura diminuisce. La massa liquida, si deposita in due strati: quello superiore formato dalle scorie e quello inferiore dalla ghisa di prima fusione.

### 1.8. - Processi di conversione.

L'operazione di prima fusione, non permette di produrre un metallo adatto alle applicazioni industriali. Il bagno metallico, derivante dalla di prima fusione, viene trattato secondo due processi:

- ⇒ Conversione: quando vengono eliminate forte quantità di elementi, al fine di ottenere un prodotto trasformato.
- ⇒ Affinazione: trattamento atto ad eliminare impurità.

I dispositivi che permettono queste operazione sono chiamati convertitori e ne esistono di vari tipi:

- ⇒ Tradizionali: convertono la ghisa in acciaio, utilizzando l'aria come agente ossidante. Il metallo derivante dalla fusione primaria (ghisa), viene versato nello stato liquido nel convertitore. Il calore scaturisce dalle reazioni di ossidazione.
- ⇒ Bessemer: Nel fondo del convertitore sono praticati una serie di fori (ugelli), dai quali viene insufflata aria. Il Bessemer è costituito in lamiera e rivestito internamente da materiale refrattario acido.

Dopo l'insufflazione di aria il convertitore viene posizionato verticalmente ed in esso cominciano ad avvenire una serie di reazioni:

1. Ossidazione di silicio e manganese secondo le reazioni..... le quali fanno scaturire una fiamma corta di colore rosso scuro.
  2. Ossidazione del carbonio: si produce un ingente quantità di monossido di carbonio, la quale causa un'innalzamento della fiamma
-

- 
3. Ossidazione del ferro: avviene dopo la combustione completa del carbonio, la fiamma si accorcia. Quest' ultima fase è da evitare. La combustione del carbonio è molto rapida, pertanto per arrestare in tempo (o meglio senza creare danni ingenti), il punto di riferimento è il colore della fiamma. Con questo tipo di apparecchiatura, non sono possibili né desolfurazione né defosforazione. Per tal motivo le ghise trattate in questo convertitore devono avere una composizione con al massimo lo 0,04% di fosforo e zolfo.
- ⇒ Thomas: analogo al Bessemer. Il rivestimento interno è acido, pertanto si possono trattare ghise contenenti elevati tenori di fosforo. Anche nel Thomas si possono contraddistinguere dei periodi caratteristici:
1. Ossidazione del silicio e del manganese molto rapida.
  2. Ossidazione del carbonio: analoga al Bessemer.
  3. Ossidazione del fosforo: avviene quando è terminato lo sviluppo di monossido di carbonio
  4. Aggiunta di disossidanti: operazione atta ad omogeneizzare il bagno metallico.
- ⇒ Convertitore ad ossigeno: in questo caso viene insufflato solo ossigeno oppure una miscela di ossigeno e di anidride carbonica. I convertitori ad ossigeno, si distinguono in L.D., Rotor e Kaldo.
1. L.D.: in questo convertitore viene impiegato ossigeno praticamente puro (99,5%). Il rivestimento è basico. L' insufflazione di ossigeno avviene mediante una lancia posta verticalmente al centro del convertitore. Il getto di ossigeno a velocità elevata provoca l' ossidazione di tutti gli elementi presenti nel bagno. I vantaggi di questo impianto sono la sua semplicità strutturale, la rapidità delle operazioni, la possibilità di convertire ghise aventi composizioni chimiche disparate.
  2. Kaldo: anche in questo convertitore si impiega ossigeno soffiato da una lancia. La corrente d' aria colpisce la superficie del bagno con una certa angolazione, evitando la turbolenza caratteristica del processo L.D.
  3. Rotor: il forno, di volume cilindrico e rivestimento basico, ruota attorno al suo asse di rivoluzione. Da un estremità vengono introdotte lance che insufflano ossigeno, il quale ossida sia la parte superficiale della scoria sia il bagno metallico.
-