

Approfondimento C5.2 – Produzione della ghisa

Il ferro, pur essendo uno degli elementi più diffusi in natura, non si trova allo stato puro a causa della facilità con cui si combina con gli altri elementi. I quattro minerali del ferro (*pirite, limonite, magnesite e siderite*) sono mescolati ad altri componenti (*ganga*).

L'estrazione del ferro dai propri minerali avviene nell'**altoforno** che, nel ciclo siderurgico, riutilizza anche tutto il materiale ferroso di riciclo.

Altoforno

I minerali ferrosi, frantumati e preparati, s'inseriscono nella parte superiore dell'altoforno insieme al carbon coke e altri elementi agiunti.

I materiali ferrosi di riciclo utilizzano forni elettrici con il ciclo rottame.

L'altoforno è un forno a strati a funzionamento continuo; è costituito da un grande recipiente a forma di tino (alto fino a 35 metri) con pareti di lamiera rivestite internamente di mattoni refrattari:

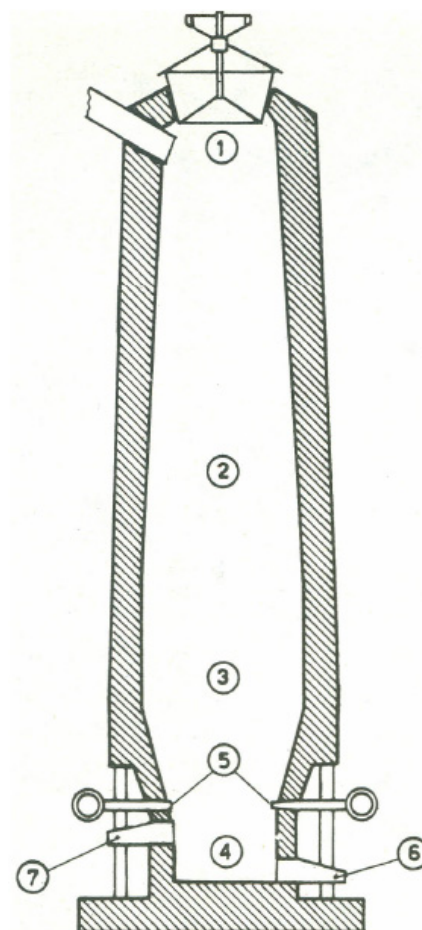
- **dall'alto** sono caricati automaticamente, a strati alternati, minerali di ferro, carbone coke e fondenti (principalmente carbonato di calcio);
- **dal basso**, attraverso opportuni ugelli, è insufflata aria in pressione già preriscaldata (anche fino a 1000 °C);
- il **coke** nella combustione si combina con l'ossigeno degli ossidi di ferro (formando CO₂) e libera il ferro;
- il **ferro** si fonde e si combina con una certa percentuale di car-

bonio. La massa fusa di ferro e carbonio che si produce (lega ferro-carbonio) è detta **ghisa**.

Le reazioni che si svolgono nell'altoforno si possono riassumere così:

- nella **bocca** si caricano i materiali a strati alternati (circa 200 °C);
- nella **zona superiore** la carica perde l'umidità e si riscalda fino a circa 400 °C;
- nella **zona intermedia** (*zona di riduzione, o ventre*), con temperature dall'alto verso il basso da 400 a 1300 °C, avvengono le reazioni;
- nella **zona inferiore** (*zona di fusione, o sacca*) il prodotto comincia a fondere e passa da 1300 a 1600 (anche a 1800 °C); nel ferro fuso si scioglie il carbonio (da 3,5 a 4,5 %) formando ghisa;
- nella **parte bassa** della zona inferiore sboccano gli ugelli dai quali viene insufflata l'aria calda in pressione; qui la temperatura può arrivare anche ai 2000 °C;
- il **crogiolo** chiude il forno in basso, dove si raccoglie la ghisa fusa sulla quale galleggiano le scorie formate dalla ganga, dai fondenti e dalle ceneri di coke. La temperatura è qui di circa 1700 °C. Mediante apposite aperture collocate nella parte bassa del crogiolo viene periodicamente spillata la ghisa; da altre aperture praticate più in alto vengono fatte defluire le scorie (*ganga*). Queste sono costituite essenzialmente da silicati di calcio e sono dette anche **loppe d'altoforno**, usate soprattutto per la fabbricazione del cemento, d'altoforno.

La ghisa che esce dall'altoforno è detta di **prima fusione**.



Schema di altoforno: 1) bocca, 2) ventre, 3) sacca, 4) crogiolo, 5) ugelli per l'aria calda in pressione, 6) apertura per la colata della ghisa, 7) apertura per il deflusso delle scorie.

Si hanno così:

- **ghise da affinazione** per *forni a riverbero Martin-Siemens* oppure per *forni elettrici*, destinate a essere convertite in acciaio (circa il 90 %);
- **ghise per fonderia** destinate alla rifusione e alla successiva lavorazione e produzione di oggetti di ghisa (ghisa di **seconda fusione**).

Approfondimento C5.2 – Produzione della ghisa

Composizione, lavorazioni e usi della ghisa

La ghisa è la lega di ferro e carbonio che contiene dal 2,06 al 6,67% di carbonio (limite di saturazione); contiene però anche altri elementi in quantità variabili.

Sia il carbonio sia gli altri elementi presenti conferiscono alla ghisa proprietà molto variabili a seconda della loro quantità. Le ghise si dividono in:

- **ghisa grigia** (o *lamellare*) nelle fratture, che si presenta scura e opaca per la presenza di grafite minutissima, uniformemente distribuita nella massa, in forma di lamelle. È la più diffusa e si ottiene dalla fusione di rottame di ghisa e di acciaio con elementi grafitizzanti, per lento raffreddamento. È abbastanza dura, può essere lavorata. Si utilizza per grandi fusioni o per apparecchi igienico-sanitari in

ghisa porcellanata (vasche) o pentole, piastre, griglie ecc.;

- **ghisa bianca**, con altissima durezza e buona resistenza all'usura e all'abrasione. Contiene cementite, ma è priva di carbonio grafitico. Si ottiene per raffreddamento rapido ed è notevolmente fragile e non lavorabile con utensili. La frattura si presenta argentea e brillante;

- **ghisa malleabile**, si ottiene dalla ghisa bianca con trattamento di *malleabilizzazione* (riscaldamento a 950 °C) con la ricottura. La frattura può essere a cuore bianco o a cuore nero, in relazione all'atmosfera dei forni (ossidante o neutra). Si lascia deformare e acquisisce proprietà più vicine a quelle dell'acciaio, con resistenza alla flessione e agli urti. Si utilizza per la produzione di raccordi filettati per acqua e gas;

- **ghisa duttile** (o *sferoidale*), con la grafite distribuita nella massa, in forma di sferoidi (o noduli). Si ottiene aggiungendo magnesio e nichel alla ghisa grigia. Ha migliori proprietà meccaniche, più vicine a quelle dell'acciaio, e una certa duttilità.

La ghisa non destinata alla conversione in acciaio è impiegata quasi esclusivamente in fonderia per la fabbricazione di:

- pezzi di macchine per l'industria meccanica;
- tubi per le costruzioni civili, per gli acquedotti, per le fognature;
- apparecchi sanitari in ghisa porcellanata;
- radiatori di termosifoni e di numerosi altri oggetti fabbricati con getti di fusione.