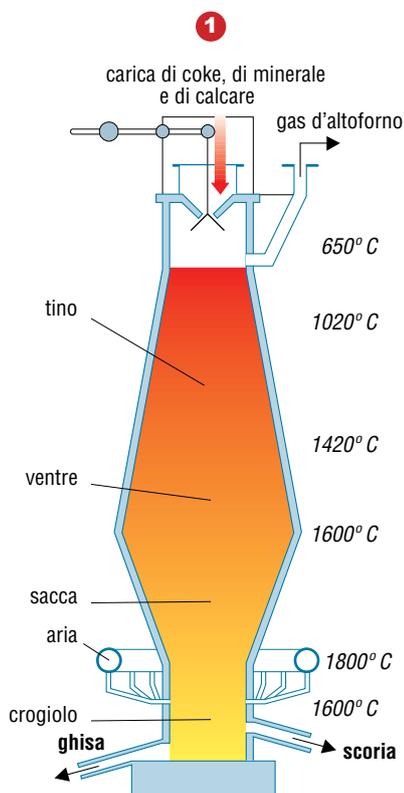


L'altoforno



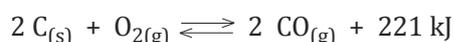
1. SCHEMA DI UN ALTOFORNO. Sono evidenziate le temperature corrispondenti alle diverse zone.

La **siderurgia** è una branca della metallurgia che porta alla formazione di ferro.

Il minerale di ferro viene caricato in un reattore verticale, chiamato **altoforno**, assieme a *carbone coke* e a *calcare* (CaCO_3).

L'altoforno è una struttura verticale in acciaio a doppio tino, alta fino a 36 metri e larga circa 10, rivestita internamente di materiale refrattario per resistere alle alte temperature, che vicino ai bruciatori, arrivano a 1800°C .

Dalla base dell'altoforno viene insufflata aria preriscaldata sui 1000°C , per cui si verifica una reazione chimica tra l'ossigeno che sale ed il carbone che scende. Mediante una reazione redox si ha formazione di monossido di carbonio $\text{CO}_{(g)}$ con sviluppo di una notevole quantità di calore:



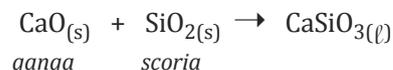
Il monossido di carbonio riduce l'ossido di ferro a ferro metallico mediante una serie di reazioni che possono essere così riassunte:



Il calcare, CaCO_3 , che è stato caricato con il minerale di ferro, ad alta temperatura si decompone in CaO e CO_2 .

Il diossido di carbonio e parte del monossido di carbonio escono dall'alto come gas d'altoforno.

L'ossido di calcio, invece, si combina con la silice, che accompagna il minerale di ferro, e forma silicato di calcio, CaSiO_3 , fuso:



Alla base dell'altoforno la scoria si stratifica sul ferro, per cui è possibile la loro separazione.

■ Ghisa

Dal crogiolo dell'altoforno non esce ferro puro ma **ghisa**, cioè una *lega ferro-carbonio* che contiene dall'1,7 al 4,2% di C, e inoltre impurezze di silicio, fosforo, zolfo. Si ha la *ghisa bianca* se il carbonio è combinato come Fe_3C ("cementite"), la *ghisa grigia* se il carbonio è sotto forma grafitica.

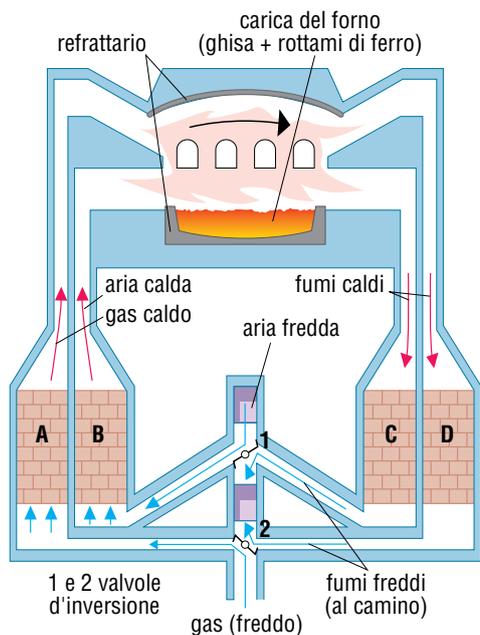
La ghisa grigia, che si presenta dura ma fragile, viene usata per preparare oggetti stampati come stufe, caldaie, macchine agricole.

La ghisa bianca si ottiene raffreddando bruscamente la ghisa fusa all'uscita dell'altoforno e serve per produrre acciai.

2. Colata di un metallo fuso.



3



3. SCHEMA DI UN FORNO MARTIN-SIEMENS CON QUATTRO RECUPERATORI DI CALORE. Mediante inversione delle valvole i fumi riscaldano in una fase del processo C e D, e nella fase successiva A e B. L'aria ed il gas, nelle due fasi del processo, alternano il loro cammino in relazione a quello dei fumi.

■ Acciaio

L'**acciaio** è una lega Fe – C in cui il contenuto di carbonio è compreso tra lo 0,1 e l'1%. Le proprietà dell'acciaio sono determinate dal contenuto di carbonio.

L'acciaio con alto contenuto di carbonio è duro e fragile; con basso o medio contenuto di carbonio l'acciaio è dolce e può essere saldato e lavorato con un utensile. Gli acciai extradolci ($C < 0,5\%$) vengono utilizzati in fili, lamine, profilati come "acciai da costruzione". L'acciaio è usato per automobili e aeroplani, utensili da cucina, impianti idraulici, ecc.

Per soddisfare le esigenze del mercato vengono preparati anche acciai che, rispetto a quelli normali, contengono metalli speciali. Il più noto è l'*acciaio inossidabile* con il 18% di Cr e l'8% di Ni.

■ Preparazione dell'acciaio

Per la preparazione dell'acciaio si usano tre tipi di forni: *forni Martin-Siemens*, *forni elettrici*, *convertitori ad ossigeno*.

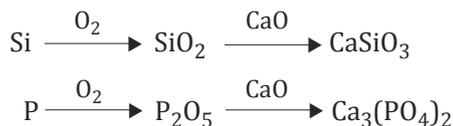
Il **forno Martin-Siemens** è una costruzione in materiale refrattario rappresentata dallo schema di *figura 3*.

Il comburente è aria calda, il combustibile è gas metano o olio combustibile.

Nei forni Martin-Siemens vengono caricati rottami di ferro e ghisa fusa. Il carbonio, contenuto nella ghisa, è il riducente degli ossidi di ferro dei rottami secondo la reazione di ossido-riduzione:



Il carbonio in eccesso nella ghisa viene pertanto eliminato. Per eliminare le impurezze di P, Si, S che accompagnano la ghisa, nel forno viene aggiunto ossido di calcio in polvere (CaO) che reagisce con gli ossidi acidi delle impurezze (ad esempio SiO_2 e P_2O_5) formando i rispettivi sali: questi sotto forma di scoria galleggiano sull'acciaio.



Lo zolfo viene eliminato come gas, SO_2 .

Se si vogliono acciai speciali, si aggiungono nel forno quantità ben definite degli elementi voluti, Ni, Cr, Mn, Mo.

I **forni elettrici** hanno dimensioni inferiori rispetto ai Martin-Siemens ed il calore necessario alla fusione viene fornito dal passaggio di corrente elettrica.

I **convertitori LD ad ossigeno** sono forni a pera in cui si fa arrivare ossigeno mediante un cannello raffreddato ad acqua. La carica è fatta di ghisa e di ossido di calcio. L'ossigeno brucia le impurezze e il carbonio della ghisa con sviluppo di calore che mantiene la massa fusa. Quando il carbone arriva alla percentuale voluta, l'acciaio viene fatto colare in appositi stampi. All'acciaio fuso possono essere aggiunti quegli elementi che ne migliorano le proprietà.



4. Convertitore LD ad ossigeno.