

Produzione dell'alluminio primario

L'alluminio prodotto a partire dal minerale è detto alluminio primario, quello ottenuto dalla rifusione dei rottami di alluminio, è detto riciclato o secondario.

L'alluminio primario viene ricavato principalmente da un minerale chiamato Bauxite, da questo si ricava l'allumina Al_2O_3 tramite il cosiddetto processo Bayer. Dall'allumina si ricava l'alluminio metallico tramite il processo di **Hall-Hérault**.

La **bauxite** (o **baussite**)^[2] è una [roccia sedimentaria](#) che costituisce la principale fonte per la [produzione dell'alluminio](#) dopo che si è sottoposta a processi produttivi.

Prende il nome dal paese di [Les Baux-de-Provence](#), nel sud della [Francia](#), nei pressi del quale sono state aperte le prime miniere nel [1822](#).

La sua composizione è caratterizzata dalla presenza di diverse specie mineralogiche tra cui prevalgono gli [ossidi](#) e gli [idrossidi](#) di [alluminio](#) e di [ferro](#). In particolare, è ricca di metaidrossido d'alluminio $\text{AlO}(\text{OH})$ e di ortoidrossido $\text{Al}(\text{OH})_3$.^[3] La quantità di [idrossido di alluminio](#) varia nei differenti depositi tra il 30% e il 75%.

In genere un deposito bauxitico si presenta sotto forma di aggregato di consistenza litica nel quale si trovano sparse delle [pisoliti](#), ovvero dei noduli di forma tondeggiante, la cui forma sarebbe dovuta al trasporto subito. Il colore della bauxite è in genere rosso cupo con irregolari macchie biancastre.

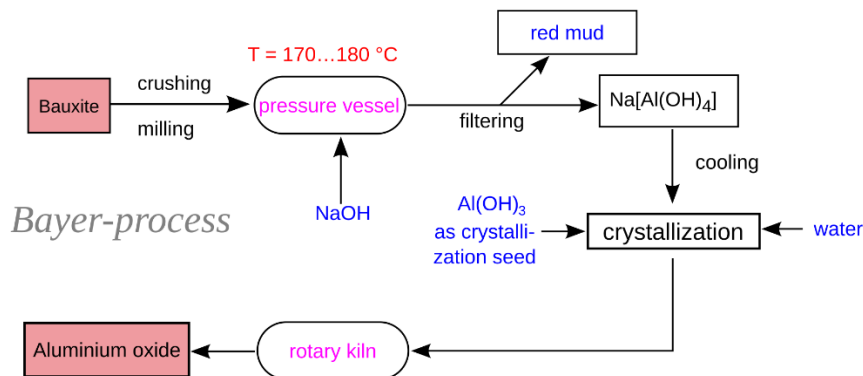
La bauxite è il principale minerale per l'estrazione dell'[alluminio](#).^[3]



Minerale di Bauxite proveniente dalla miniera di Lecce nei Marsi, attualmente dismessa.

Il **processo Bayer** è il metodo principale, e ad oggi maggiormente usato, per produrre [allumina](#) dalla [bauxite](#). Prende il nome da [Carl Josef Bayer](#) che lo inventò nel [1887](#).

Descrizione del processo



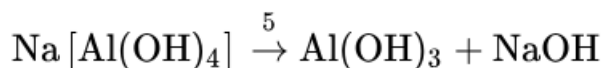
La [bauxite](#), che contiene l'idrato di allumina ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), è il minerale più importante da cui si ricava l'[alluminio](#), ma contiene solamente il 30-54% di [allumina](#), Al_2O_3 , mentre la restante parte è formata principalmente da [silice](#) (ovvero biossido di silicio, SiO_2), ossidi di ferro e [diossido di titanio](#)^[1].

Nel processo Bayer la bauxite il particolare il suo contenuto di idrato di allumina ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), viene lavata con una soluzione di [idrossido di sodio](#), NaOH , a 175 °C (fase generalmente chiamata digestione), ottenendo Alluminato di sodio $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ed altri ossidi di ferro e titanio secondo la reazione:

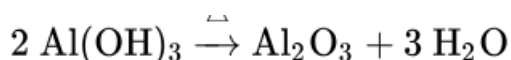


Gli altri componenti della bauxite non possono essere dissolti nel bagno idrossilico; vengono perciò filtrati e scartati quali impurità solide. La mistura di tali impurità solide viene generalmente chiamata [fango rosso](#) e presenta non pochi problemi di smaltimento.

Successivamente il bagno idrossilico viene raffreddato, ottenendo la precipitazione dell'[idrossido di alluminio](#) $\text{Al}(\text{OH})_3$, sotto forma di solido bianco e vaporoso; tale fase è detta, per l'appunto, *precipitazione*.



Infine, l'idrossido di alluminio viene scaldato fino a 1050 °C, temperatura alla quale inizia la decomposizione chimica in allumina (fase di [calcinazione](#)), con rilascio di vapor d'acqua:



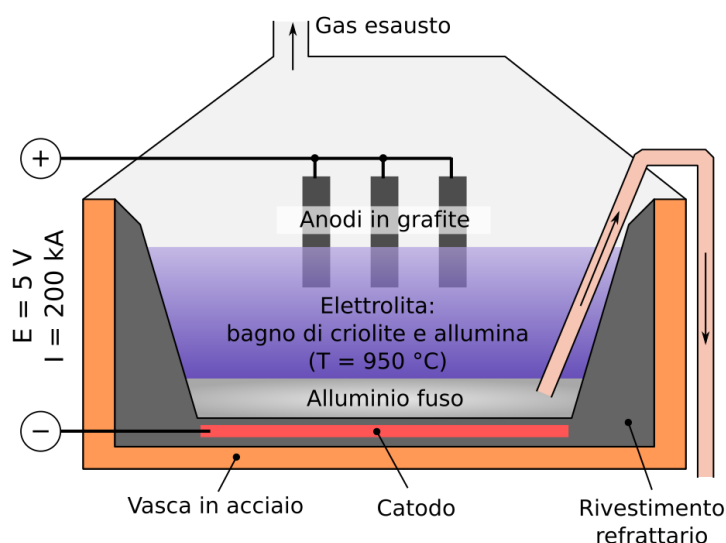
Gran parte dell'allumina prodotta mediante processo Bayer subisce elettrolisi per la produzione di [alluminio](#).

Il **processo di Hall-Héroult** è l'unico processo industriale utilizzato per la [produzione dell'alluminio](#) primario^[1] (cioè non derivante da [riciclaggio](#)).

Il processo di Hall-Héroult fu messo a punto in maniera indipendente e simultanea nel 1886 dal [chimico](#) statunitense [Charles Martin Hall](#)^[2] e dal francese [Paul Héroult](#).^[1]

Nel 1888 Hall inaugurò il primo [impianto](#) per la produzione su larga scala dell'alluminio a [Pittsburgh](#), il quale successivamente confluì nell'azienda [Alcoa](#).^[1]

Fasi del processo



Si produce anzitutto [criolite](#) Na_3AlF_6 sintetica dalla reazione col fluoruro di idrogeno HF:

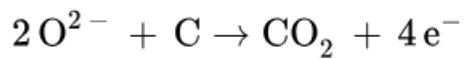


e si esegue la riduzione del metallo in una [cella elettrolitica](#) utilizzando come [elettrolita](#) una [miscela](#) di criolite 80% / allumina 10% più altri [fondenti](#) ([fluoruro di calcio](#), [carbonato di litio](#)), necessari a causa dell'alto punto di fusione dell'allumina (oltre 2 000 °C). Grazie a questi additivi la miscela ha punto di fusione di circa 950÷980 °C,^[4] temperatura che può esser mantenuta dal [calore](#) generato dalla corrente elettrica per [effetto Joule](#) durante il processo di elettrolisi. Gli [elettrodi](#) usati nell'elettrolisi della bauxite sono entrambi di [carbonio](#).

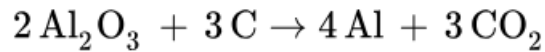
La reazione al [catodo](#) è $\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$

Qui gli ioni di alluminio vengono ridotti, l'alluminio metallico affonda nella miscela fusa poiché più denso e può essere spillato dal fondo della cella elettrolitica mentre dall'alto si introduce altra allumina da convertire.

All'[anodo](#) si ha invece l'ossidazione dell'elettrodo di carbonio per formare [anidride carbonica](#):



all'anodo si ha pertanto il consumo di carbone per l'elettrodo, che si trasforma in anidride carbonica. La reazione complessiva che ha luogo all'interno della cella elettrolitica è la seguente:



Questo processo richiede, per una tonnellata di alluminio, 1,89 t di allumina, 0,07 t di criolite, 0,45 t di C per gli elettrodi e 11 500÷13 500 kWh di energia elettrica:^[5] il costo dell'energia è il fattore critico di tale processo.

Proprio a causa delle grandi quantità di [energia](#) richiesta, le fabbriche di alluminio hanno normalmente una propria centrale elettrica nelle immediate vicinanze.