

Università degli Studi di Napoli Federico II



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**Tesi di laurea in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**

Dipartimento di Ingegneria Chimica dei Materiali e della Produzione Industriale

TRATTAMENTO DEI METALLI PESANTI DA REFLUI INDUSTRIALI: IL PROCESSO DI ZINCATURA

Relatore
Prof. Ing. de Gennaro Bruno

Candidato
Vincenzo Frezza N49/257

Obiettivo

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di effettuare una panoramica delle tecniche utilizzate per il trattamento dei metalli pesanti presenti nei reflui derivanti dai processi di zincatura. Dopo aver descritto i principali processi, vengono illustrate le procedure generalmente adottate per la rimozione dei metalli, valutandone vantaggi e svantaggi .



Corrosione

- ▶ Problema: 100 milioni di tonnellate di materiali ferrosi distrutti ogni anno



- ▶ Soluzione: lo zinco garantisce un'ottima protezione presentando elevata aderenza al substrato, impermeabilità, resistenza all'abrasione ed alla corrosione chimica, tenacità e flessibilità

METODO DI ZINCATURA



Zincatura elettrolitica

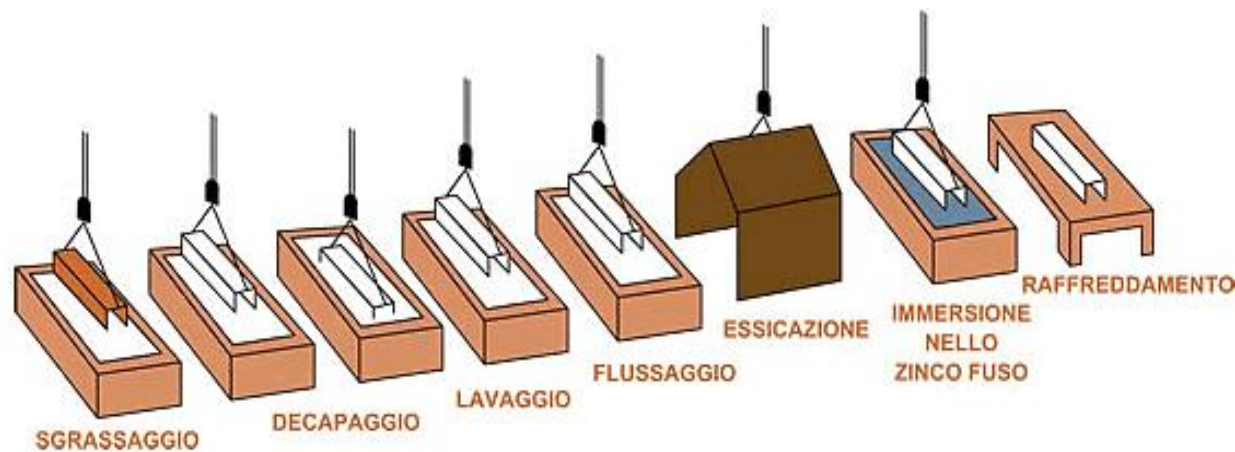
Sherardizzazione

Zincatura a spruzzo

Zincatura a caldo

Zincatura a caldo

Tale processo consiste nel rivestire degli articoli in ferro o acciaio con uno strato di zinco, immergendoli in un bagno di zinco fuso.



Zincatura elettrolitica

La zincatura elettrolitica consiste nel porre gli oggetti da zincare, ben puliti con spazzolatura meccanica o con lavaggi di soluzioni alcaline per sgrassarli e quindi acide per decaparli, come catodo in un bagno elettrolitico.



Sherardizzazione

Con questo procedimento si possono rivestire manufatti di ferro con uno strato uniforme di zinco a temperatura inferiore a quella di fusione dello zinco stesso.



Zincatura a spruzzo

Si effettua con spruzzatori a forma di pistola che funzionano ad aria compressa e possono essere caricati del metallo rivestente sotto forma di filo, di nastro, di polvere o di pezzi.



Metalli pesanti



- ▶ Densità superiore ai $5,0 \text{ g/cm}^3$
- ▶ Si comportano come cationi
- ▶ Bassa solubilità dei loro idrati
- ▶ Spiccata attitudine a formare complessi
- ▶ Affinità verso i solfuri

Metalli pesanti	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria
Zinco	$\leq 0,5 \text{ mg/L}$	$\leq 1 \text{ mg/L}$
Ferro	$\leq 2 \text{ mg/L}$	$\leq 4 \text{ mg/L}$
Nichel	$\leq 2 \text{ mg/L}$	$\leq 4 \text{ mg/L}$

TRATTAMENTI
DEI METALLI
PESANTI DAI
REFLUI
INDUSTRIALI
(ZINCATURA)

Precipitazione chimica

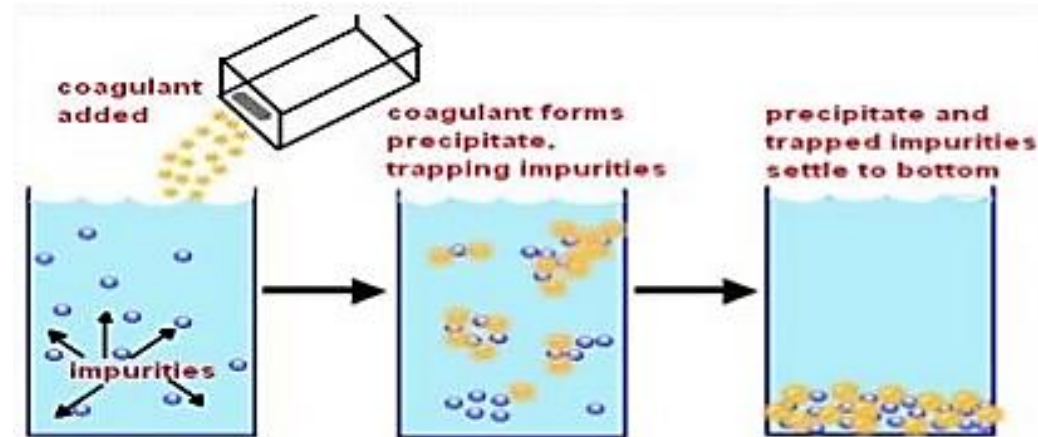
Metodo elettrochimico

Resine a scambio ionico

Evaporatore atmosferico

Precipitazione chimica

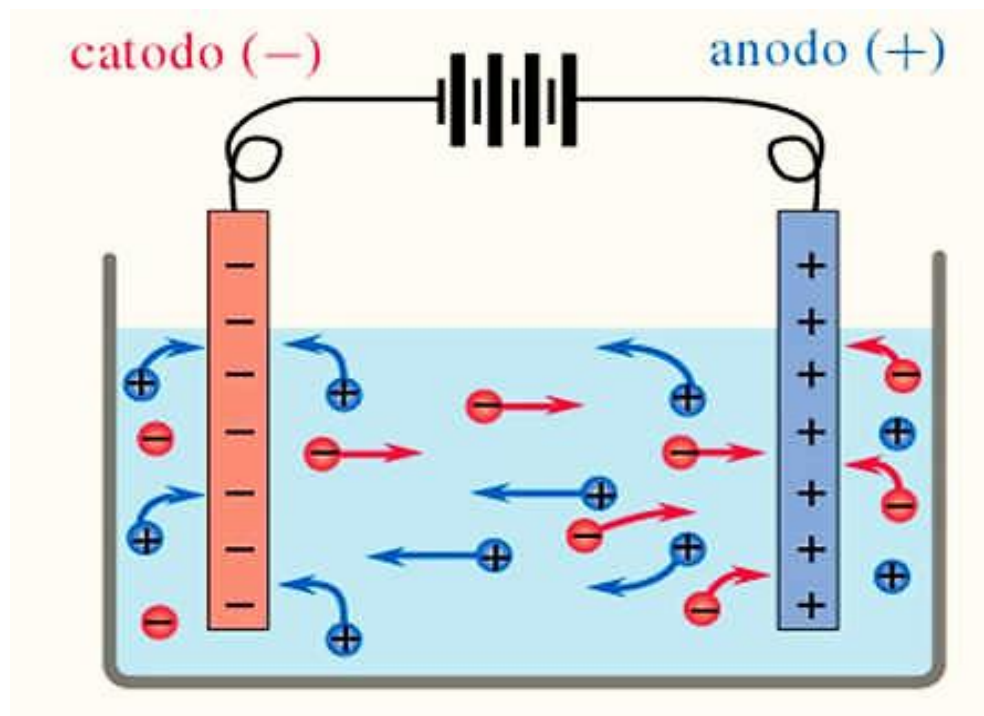
La precipitazione chimica viene effettuata per alcalinizzazione della soluzione con CaO ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e NaOH fino al valore di pH in corrispondenza del quale la solubilità dell'idrossido formato è minima.



- ✓ L'impiantistica è semplice
- ✓ il processo è di facile conduzione
- ✗ Il costo di smaltimento dei fanghi può incidere significativamente sui costi complessivi di esercizio
- ✗ per la correzione del pH si rendono talora necessarie quantità significative di reattivi
- ✗ il processo determina un aumento della salinità dell'effluente

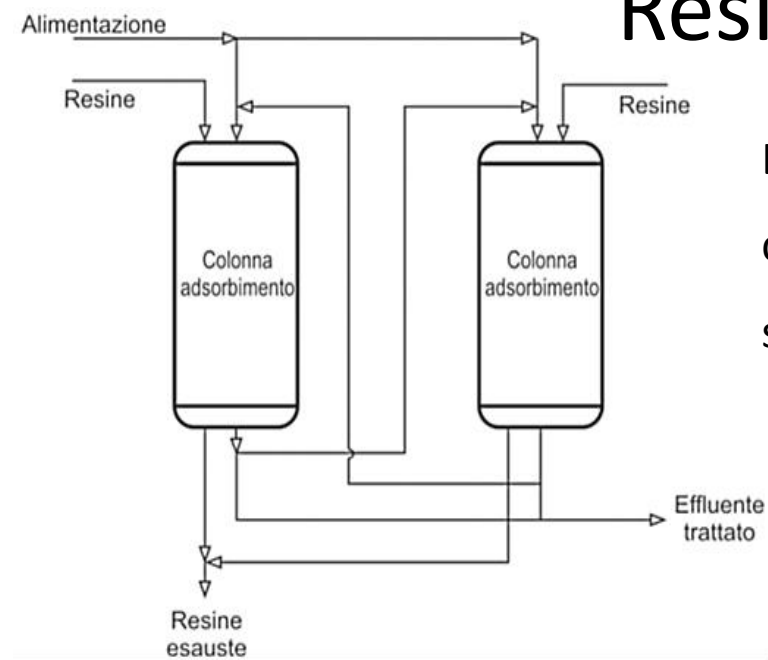
Metodo elettrochimico

I trattamenti elettrochimici si basano su reazioni di ossidoriduzione promosse da una corrente elettrica che fluisce attraverso una cella elettrolitica mediante elettrodi immersi nella soluzione da trattare.



- ✓ I cianuri ed i metalli possono essere rimossi con una singola operazione
- ✓ È possibile il recupero dei metalli per ridissoluzione
- ✓ I costi di investimento e di esercizio non sono in genere elevati la manutenzione richiesta è limitata
- ✗ Possibile insorgenza di rapidi fenomeni di corrosione
- ✗ Non risulta conveniente per applicazioni su effluenti diluiti
- ✗ La manutenzione deve essere molto accurata.

Resine a scambio ionico



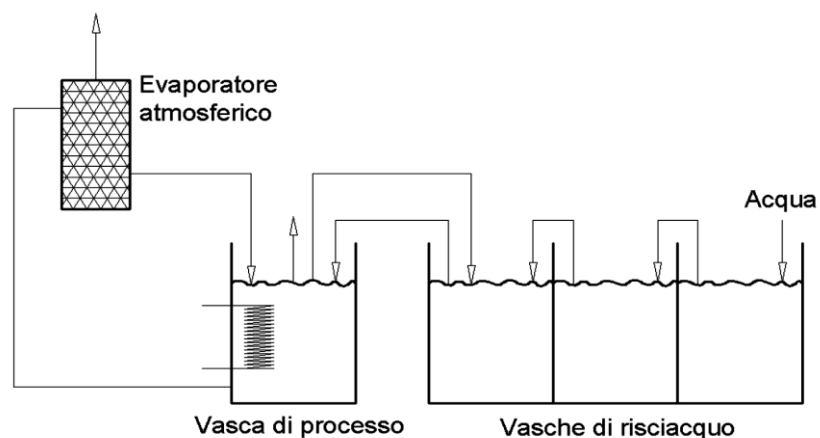
Le resine sono provviste di gruppi funzionali attivi ancorati alla matrice, capaci di scambiare gli ioni mobili con ioni della stessa carica presenti in soluzione.



- ✓ Si possono applicare per il trattamento di soluzioni contenenti diverse tipologie di contaminanti
- ✓ Garantiscono rese di abbattimento dei contaminanti circa 5-10 volte superiori a quelle dei carboni attivi
- ✓ Poiché le resine hanno un ciclo di vita più lungo rispetto agli altri materiali adsorbenti, gli interventi di manutenzione necessari per la rigenerazione e la sostituzione dei letti sono meno frequenti
- ✗ Il costo della tecnologia è in genere elevato per l'alto costo delle resine;
- ✗ le difficoltà connesse alla rigenerazione ne limitano l'impiego;
- ✗ le colonne adsorbenti possono essere facilmente soggette a fenomeni di intasamento

Evaporatore atmosferico

Un evaporatore atmosferico è una unità di trattamento dedicata all'eliminazione dell'acqua dall'effluente mediante evaporazione a pressione atmosferica.



- ✓ I costi di investimento sono limitati
- ✓ La configurazione d'impianto è semplice e la manutenzione richiesta è modesta
- ✓ Le percentuali di recupero dei materiali di zincatura sono del 99-100%
- ✓ Non sono richiesti reagenti addizionali
- ✓ Non genera residui
- ✗ I costi di esercizio per la conduzione del processo sono elevati;
- ✗ L'aria in uscita dall'evaporatore può contenere contaminanti e una percentuale elevata di umidità
- ✗ il processo può restituire al bagno galvanico anche contaminanti indesiderati

Grazie per l'attenzione