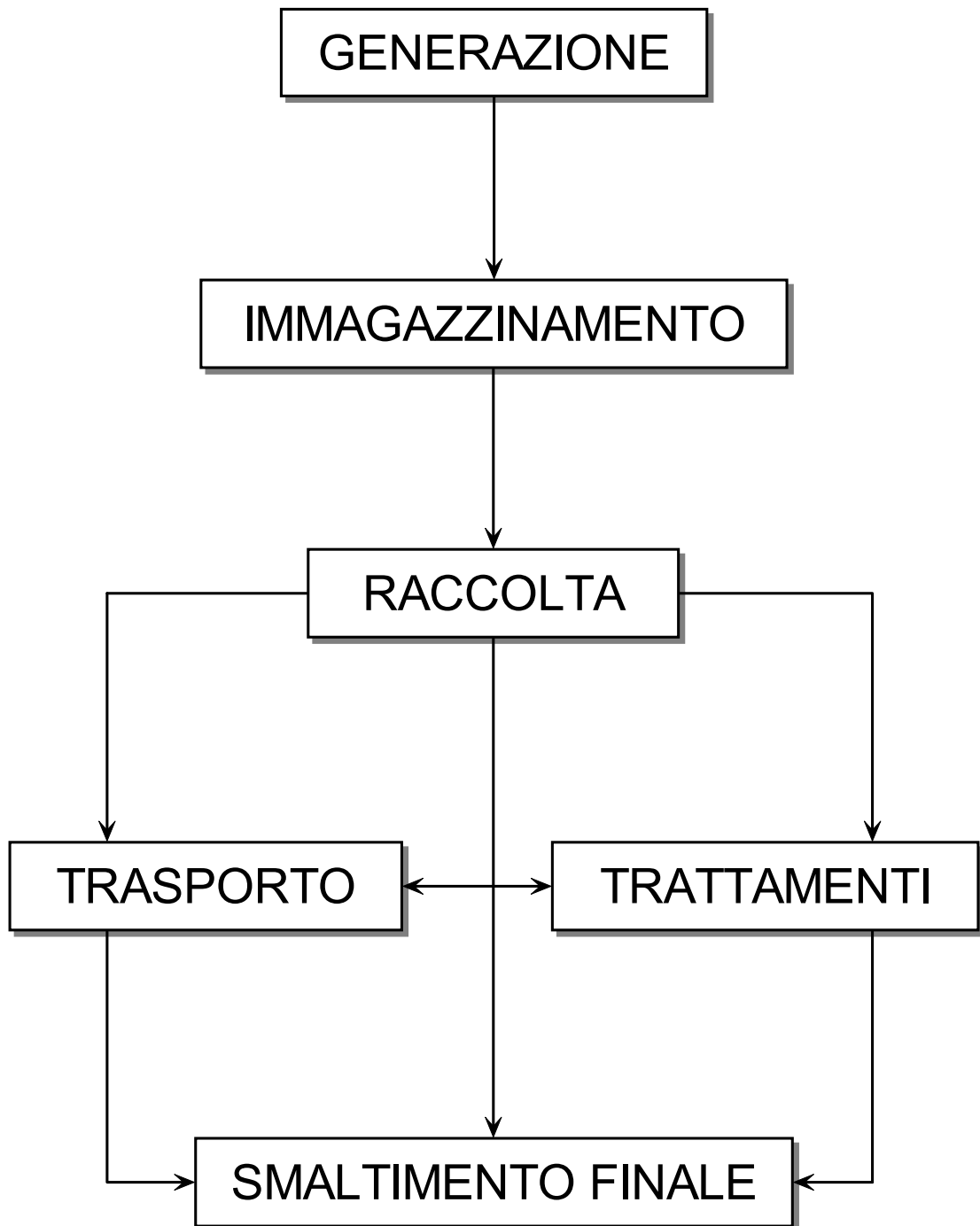


# GESTIONE RESIDUI SOLIDI

- Elementi funzionali nella gestione dei residui (rifiuti) solidi



# GENERAZIONE

- Origine
  - Da processi produttivi
  - Da trattamenti di effluenti
- Classificazione
  - Residui solidi non pericolosi
    - Alimentari
    - Domestici non alimentari
    - Da processi di combustione
    - Da attività edili
    - Dal trattamento di effluenti urbani
    - Da attività agricole
    - Speciali
  - Residui solidi pericolosi
    - Radioattivi
    - Sottoprodotti di attività chimiche
    - Infiammabili
    - Biologici
    - Esplosivi
- Proprietà
  - Caratteristiche fisiche (componenti individuali, densità, umidità)
  - Composizione chimica
- Quantità
  - Applicazione di tecniche di riciclo e/o riutilizzo
  - Normative di legge

# IMMAGAZZINAMENTO

- Raccolta differenziata
- Recupero di materiali riutilizzabili
- Riduzione meccanica del volume
- Uso di contenitori adatti
- Alterazione dello stato fisico (incenerimento)

# TRATTAMENTI

- Raccolta differenziata
- Riduzione meccanica del volume
- Riduzione chimica del volume
- Separazione meccanica, magnetica, elettromeccanica
- Trattamenti fisici, chimici, termici e biologici
  - Recupero di prodotti di processi biologici (compostaggio, digestione anaerobica)
  - Recupero di prodotti di processi chimici (energia da incenerimento e combustione, prodotti chimici da pirolisi e gassificazione, conversione in prodotti utilizzabili)
  - Riduzione della mobilità dei componenti tossici (inertizzazione, solidificazione/stabilizzazione)
    - Eco-compatibilità dei trattamenti
    - Smaltimento più sicuro in discarica

# PROCESSI DI INERTIZZAZIONE

- Di tipo inorganico
  - Inglobamento in matrice cementizia
  - Additivazione con calce e materiali ad attività pozzolanica
  - Autocementazione
  - Vetrificazione
  
- Di tipo organico
  - Dispersione in matrice termoplastica
  - Inglobamento in matrice polimerica
  - Incapsulamento

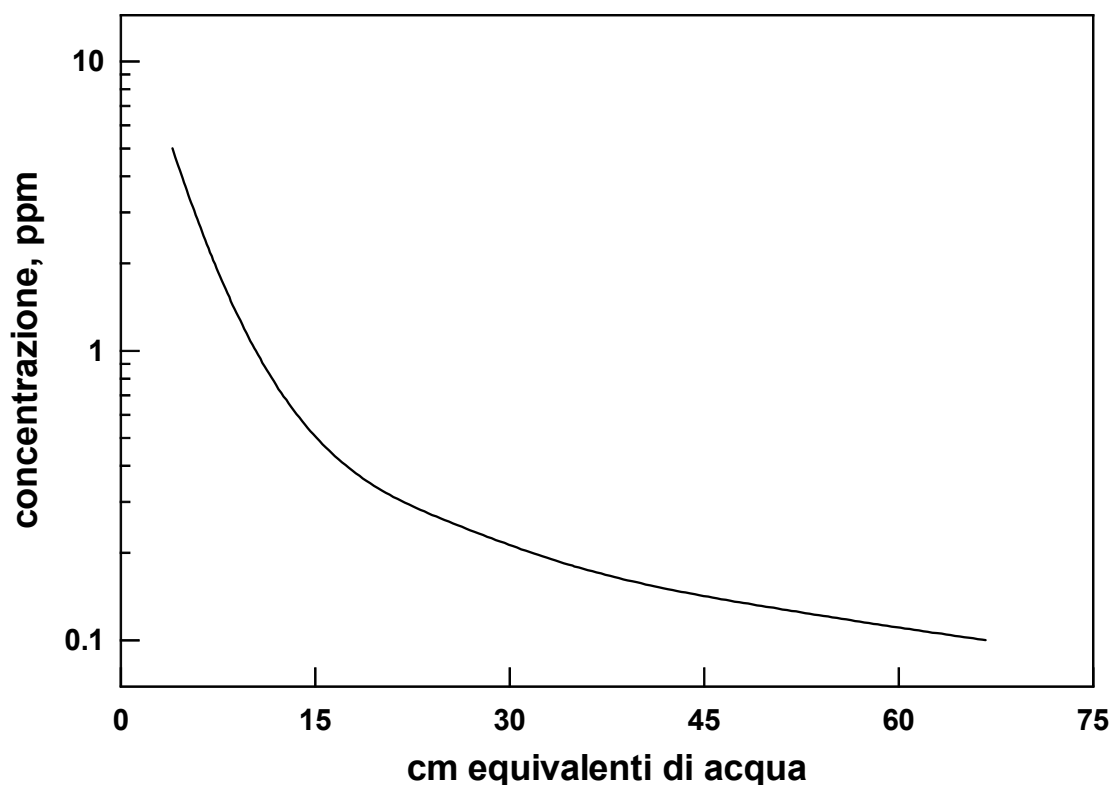
# INGLOBAMENTO IN MATRICE CEMENTIZIA

- Reazione con cemento Portland, silicati ecc.
- Vantaggi
  - Reperibilità e basso costo dei reagenti
  - Tecnologia semplice
  - Insolubilizzazione cationi polivalenti
  - Resistenza all'ossidazione
  - Neutralizzazione sostanze acide
  - Controllo caratteristiche del prodotto
- Svantaggi
  - Aumento di peso e volume
  - Scarsa resistenza agli acidi
  - Pretrattamenti a volte necessari
- Applicazioni
  - Residui contenenti metalli tossici

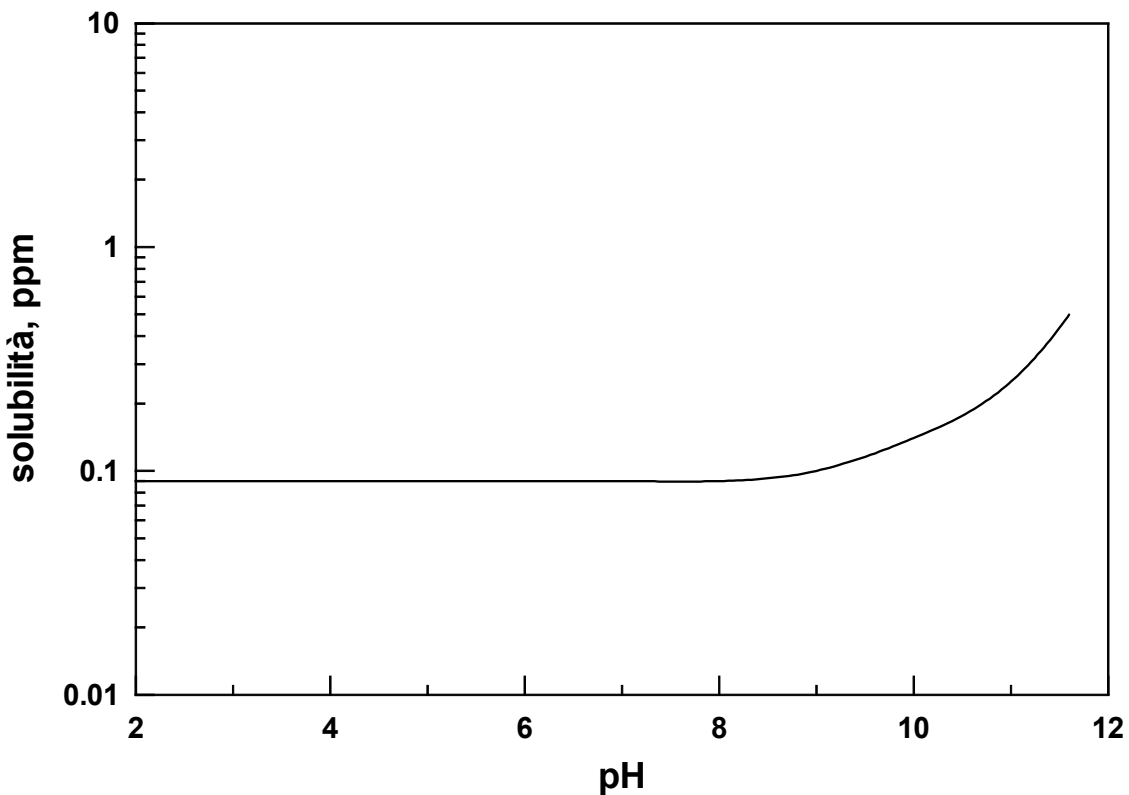
# PROCESSO CHEMIFIX

- Fa uso di silicati solubili e opportuni agenti reticolanti per produrre una matrice tridimensionale (gel-like) reticolata; gli atomi di silicio sono coordinati tetraedricamente e alternati ad atomi di ossigeno; la struttura risultante è simile a quella dei pirosseni; forti legami ionici legano i metalli e la struttura gel-like è in grado di intrappolare notevoli quantità di acqua e composti organici in emulsione
  
- Caratteristiche del processo Chemfix
  - Basso costo, sia per i reagenti che per le condizioni di reazione
  - Controllo della velocità di solidificazione
  - Alta potenzialità
  - Impianto mobile
  - Modesto aumento di volume (5-10% di reattivi aggiunti)
  - Capacità di trattare residui di natura complessa
  - Capacità di trattare fanghi con elevato tenore di acqua
  - Possibilità di regolare le proprietà fisico-meccaniche del prodotto solidificato
  - Prodotto solido non tossico

- Inerzia e stabilità chimica (test di rilascio Chemfix)
  - 100g di materiale solidificato sono posti in una colonna di sezione 40x600 mm<sup>2</sup>
  - Viene fatta percolare acqua distillata con una portata di circa 1 cm<sup>3</sup>/min
  - Il percolato è raccolto in porzioni di 100 cm<sup>3</sup>, ciascuna equivalente a circa 8 cm di acque superficiali che percolano attraverso il materiale in discarica
  - I campioni sono analizzati
  
- Rilascio tipico verificato per Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Ni, Zn, ammonio, fenoli, cianuri e fluoruri con silicati aggiunti in quantità non inferiore al 5%



- Ordine di grandezza della solubilità dei metalli nei prodotti solidificati



- Inerzia chimica dei prodotti verificata stabile per periodi di oltre due anni
- Capacità di trattenere inquinanti presenti in acque di percolazione per reazioni di neutralizzazione, scambio ionico, adsorbimento (rivestimento e copertura di discariche di rifiuti non trattati)
- Caratteristiche fisiche dei prodotti solidificati
  - Umidità 32-87%
  - Densità tal quale 1160-1560 kg/m<sup>3</sup>
  - Densità secco 660-1020 kg/m<sup>3</sup>
  - Resistenza a compressione ~0,3 MPa

# ADDITIVAZIONE CON CALCE E MATERIALI AD ATTIVITÀ POZZOLANICA

- Molto simile al precedente; si differenzia per la cinetica più lenta

## PROCESSO PETRIFIX

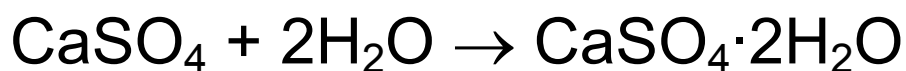
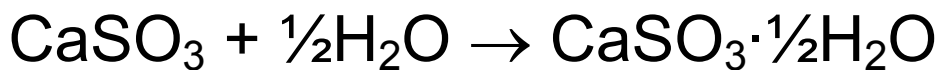
- Produce una matrice legante-inertizzante utilizzando calce e pozzolane naturali o artificiali (ceneri di carbone); fa anche uso di particolari attivatori per ottenere silicati idrati e silico-alluminati di proprietà idonee
- Avvengono reazioni di idratazione, neutralizzazione, precipitazione e adsorbimento
- Possono essere trattati residui contenenti metalli pesanti, cromati, cianuri, composti metallorganici, oli, materiale organico; la composizione ottimale della matrice legante-inertizzante dipende dalla natura del residuo
- Le proprietà chimiche e fisiche dei prodotti inertizzati sono molto simili a quelle ottenibili con il processo Chemfix ed altri a base di cemento Portland

# AUTOCEMENTAZIONE

- Reazione del residuo con il prodotto della calcinazione di una sua parte e con altri reagenti (ceneri volanti ecc.)
- Vantaggi
  - Produzione del principale reagente dallo stesso residuo
  - Tempi di presa ed indurimento ridotti
  - Stabilità del prodotto finale
- Svantaggi
  - Necessità di elevato tenore in solfato e/o solfito di calcio
  - Possibile rilascio di inquinanti
  - Elevato consumo di energia
  - Costo elevato
- Applicazioni
  - Residui ad elevato tenore di solfato di calcio (gessi chimici)

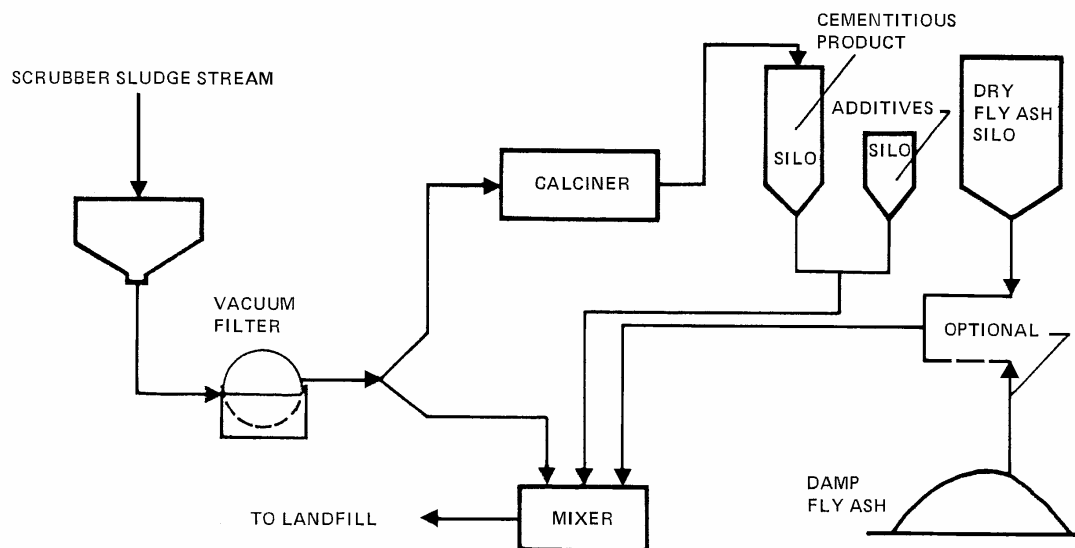
# PROCESSO TERRA-CRETE

- Adatto a residui da *Flue Gas Desulphurization* (FGD) contenenti solfato e solfito di calcio in proporzioni variabili; una parte del residuo viene calcinata per ottenere solfato e solfito anidri che fanno presa con acqua secondo le reazioni



- L'uso di solfato anidro è preferito a causa della presa troppo rapida dell'emiidrato

- Schema d'impianto



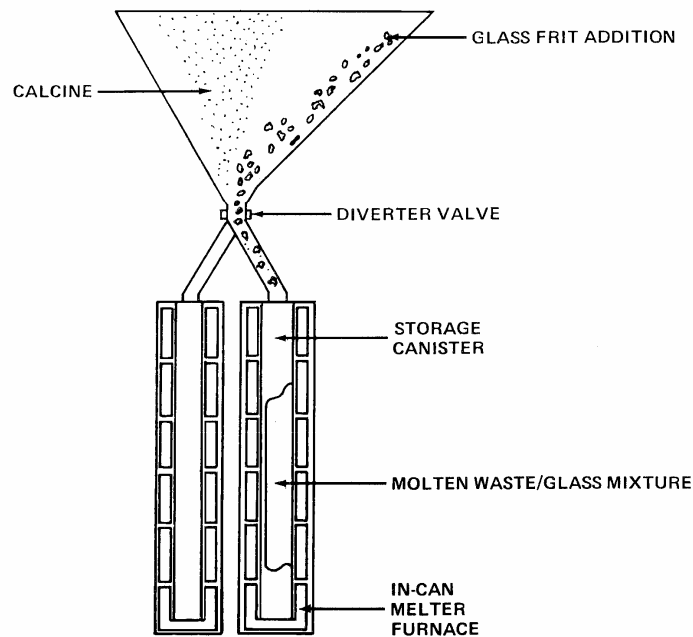
- Proprietà di inerzia chimica inferiori a quelle ottenibili con i processi precedenti
- Proprietà fisiche superiori: resistenza meccanica a compressione pari a circa 2 MPa dopo 30 giorni

# VETRIFICAZIONE

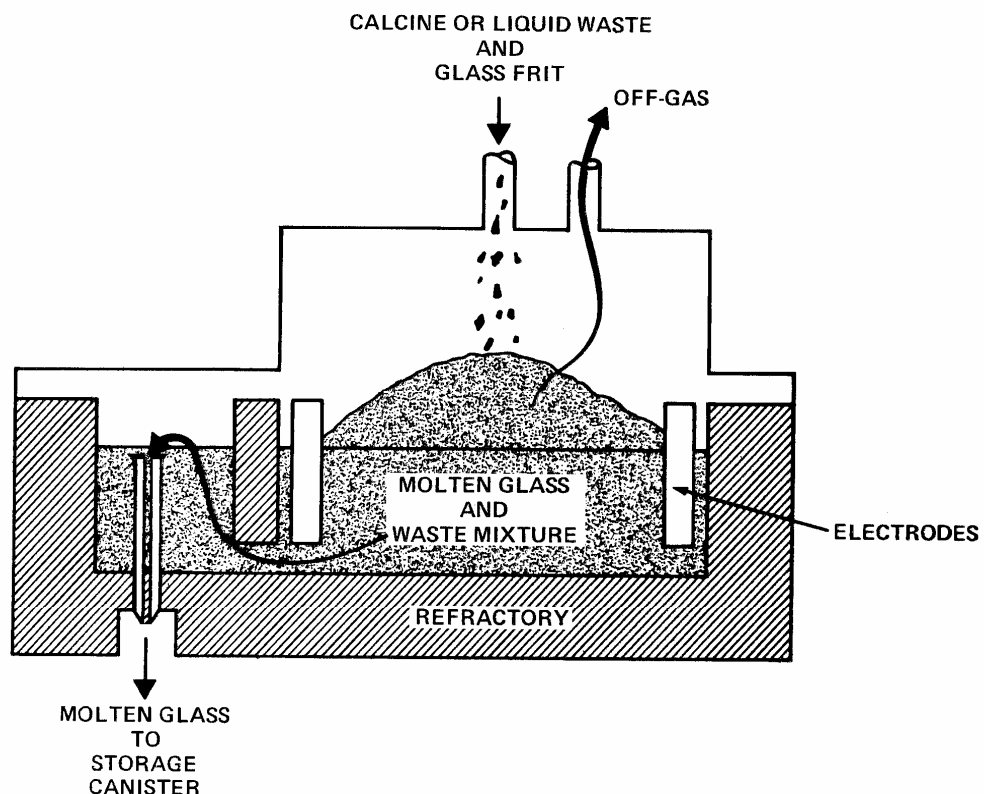
- Fusione del residuo con silice a 1300-1400°C
- Vantaggi
  - Elevata inerzia chimica
  - Reagenti a basso costo
- Svantaggi
  - Consumi energetici elevati
  - Costo apparecchiature
  - Volatilizzazione di taluni inquinanti (metalli)
- Applicazioni
  - Trattamento residui ad alto rischio (radioattivi)
- Richiede un trattamento preliminare di calcinazione che rende gli ossidi metallici in forma più stabile
- La calcinazione può essere effettuata in calcinatori di tipo tradizionale (forni rotativi) a temperature fino a 900-1100°C
- Alternativamente si possono utilizzare calcinatori a letto fluidizzato adatti anche a residui in forma semisolida e operanti a temperature di 400-500°C

➤ Il calcinato viene fuso successivamente con vetro borosilicato (Pirex) a 1000-1100°C in apparecchiature discontinue o continue

➤ Processo discontinuo



➤ Processo continuo

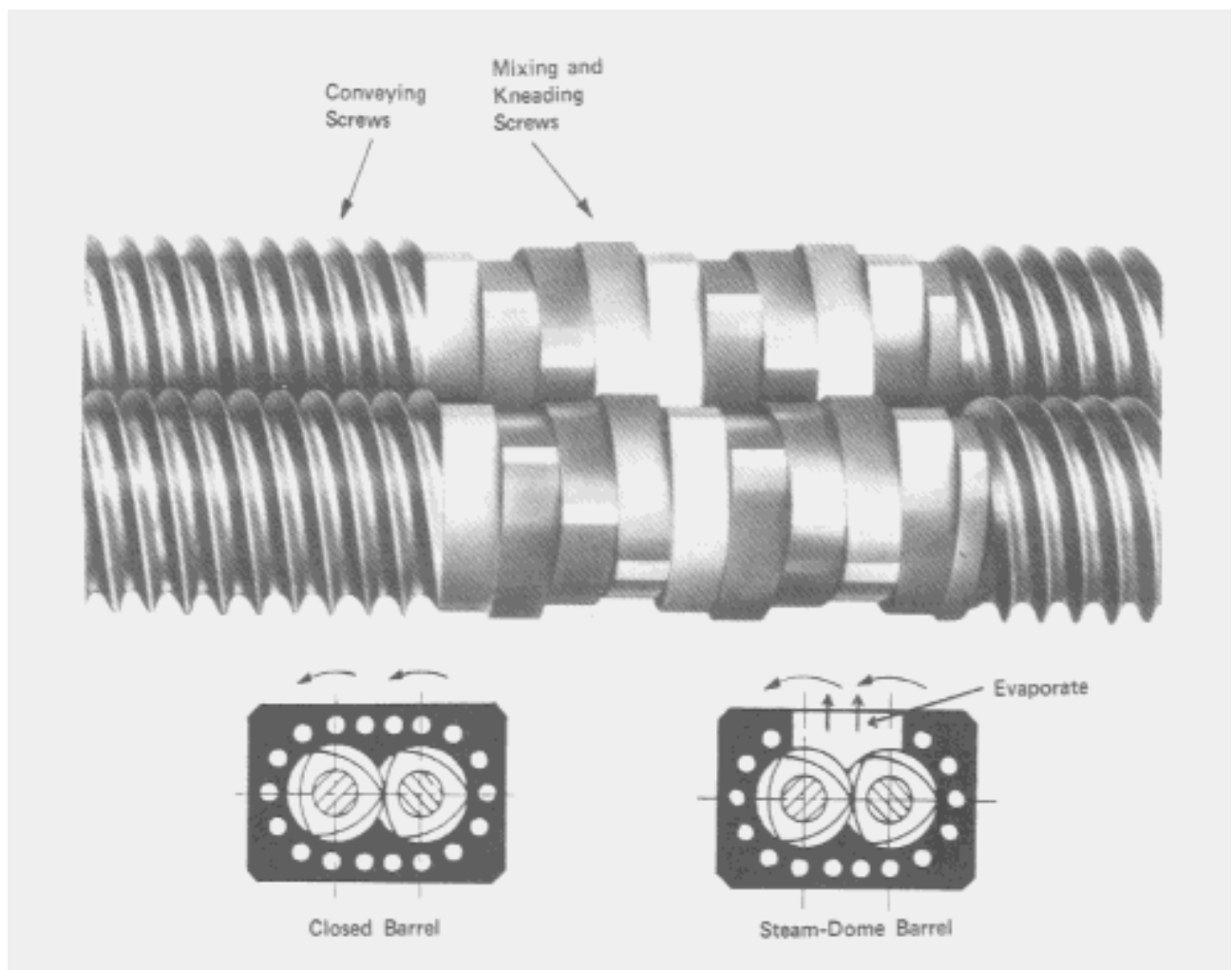


# DISPERSIONE IN MATRICE TERMOPLASTICA

- Essiccamento, riscaldamento e dispersione del residuo entro una matrice plastica (bitume, paraffina, polietilene, ecc.) a 100-200°C
- Vantaggi
  - Basso rilascio di inquinanti
  - Resistenza all'attacco di soluzioni acquose e agenti microbici
- Svantaggi
  - Costi elevati
  - Infiammabilità della matrice termoplastica
  - Possibili alterazioni della matrice a causa di particolari sostanze presenti nel residuo
- Applicazioni
  - Trattamento di rifiuti ad alto potenziale inquinante

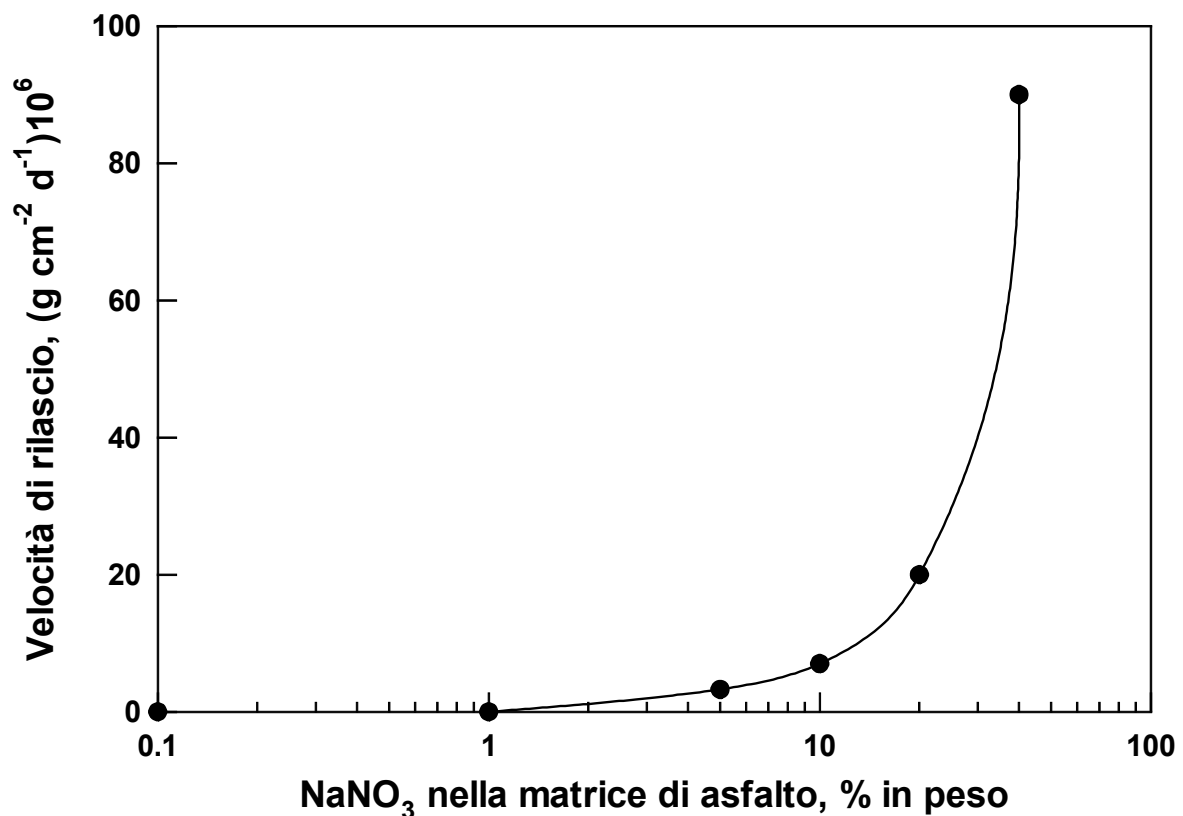
# PROCESSO WERNER & PFLEIDERER

- Utilizza un estrusore-evaporatore a doppia vite; il residuo viene disidratato e disperso in una matrice di asfalto allo stato fuso; dopo raffreddamento si ottiene un prodotto solidificato nel quale il volume del residuo è sensibilmente ridotto
- Caratteristiche del processo
  - Rimozione completa dell'acqua con riduzione del volume da 5 a 20 volte
  - Possibilità di trattare un'ampia gamma di residui solidi
  - Eccellenti qualità del prodotto solidificato
  - Operazione sia continua che discontinua
  - Maggiore economicità rispetto ad altri processi per la sensibile riduzione del volume
- Il residuo e l'asfalto liquido (120°C) vengono alimentati a un estrusore termostatabile a doppia vite che consente la frammentazione del residuo stesso, la sua dispersione nella matrice di asfalto e l'allontanamento dell'acqua che viene condensata, filtrata e recuperata



- Residuo e asfalto sono alimentati in rapporto di circa 1:1; il prodotto uscente dall'estrusore è posto in appositi contenitori perché solidifichi
- La scelta dell'asfalto rispetto ad altri polimeri termoplastici è ottimale in rapporto a
  - Facilità di eliminazione dell'acqua
  - Scarsa corrosione dei contenitori del prodotto solidificato
  - Compatibilità con tutti i tipi di residui
  - Basso rilascio di inquinanti, alta resistenza ai cicli gelo-disgelo e all'attacco batterico e stabilità a lungo termine

- Caratteristiche di rilascio: si possono ottenere normalmente valori della velocità di rilascio inferiori a  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  g/cm<sup>2</sup>/giorno; tali valori variano con il contenuto di inquinante nel prodotto solidificato e con le dimensioni delle particelle inglobate nella matrice



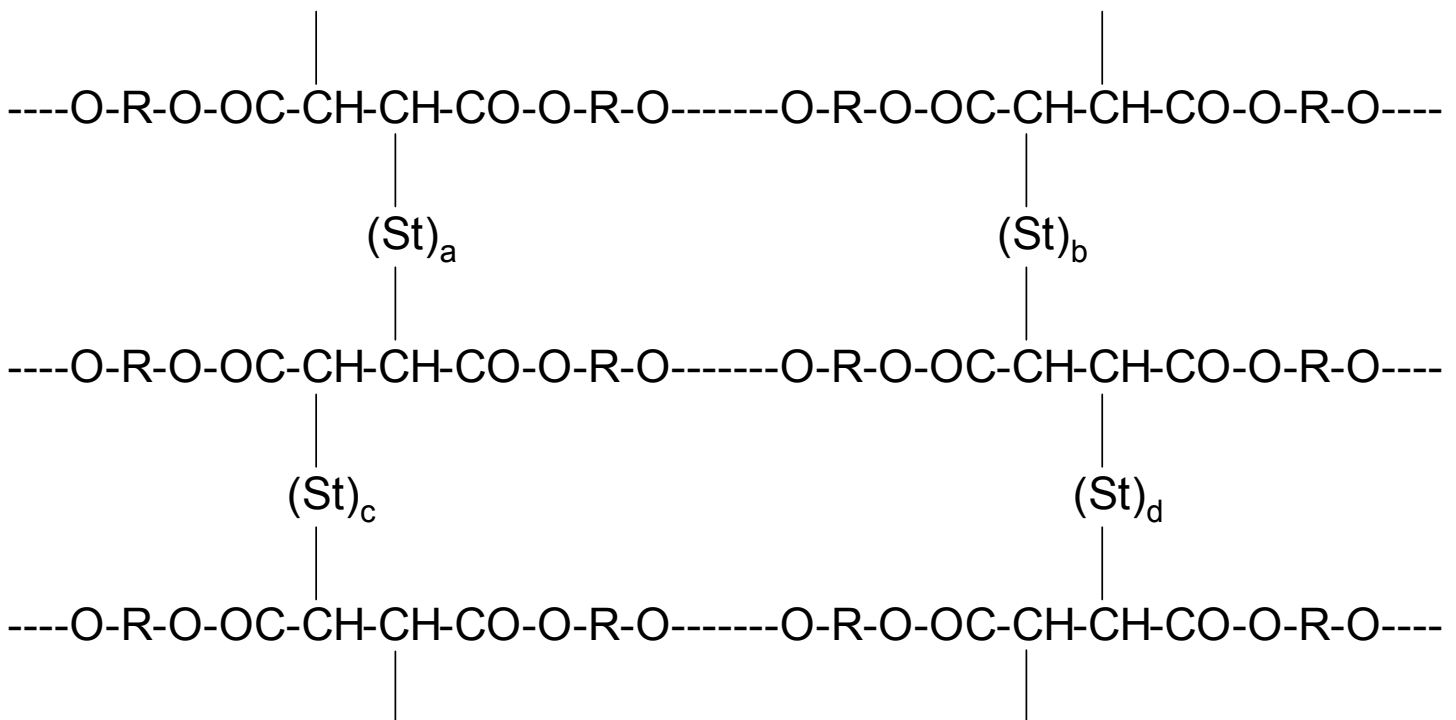
- Il diagramma riporta valori medi osservati in acqua distillata per un periodo di un anno; particelle di NaNO<sub>3</sub> di dimensioni 500-800 μm disperse nella matrice; con particelle disperse di 50-80 μm si ha la riduzione di un ordine di grandezza della velocità di rilascio

# INGLOBAMENTO IN MATRICE POLIMERICA

- Miscelazione del residuo con monomeri e catalizzatore di polimerizzazione; formazione di un polimero spugnoso inglobante il residuo
  
- Vantaggi
  - Basso rapporto reagenti/residuo
  - Bassa densità del polimero
  - Ininfiammabilità
  - Applicabile a soluzioni concentrate
  
- Svantaggi
  - Possibile solubilizzazione di taluni inquinanti (catalizzatore acido:  $\text{pH} \approx 1,5$ )
  - Sviluppo di gas nocivi
  
- Applicazioni
  - Trattamento residui contenenti metalli tossici, cianuri, PCB, ecc.

# PROCESSO WASHINGTON STATE UNIVERSITY

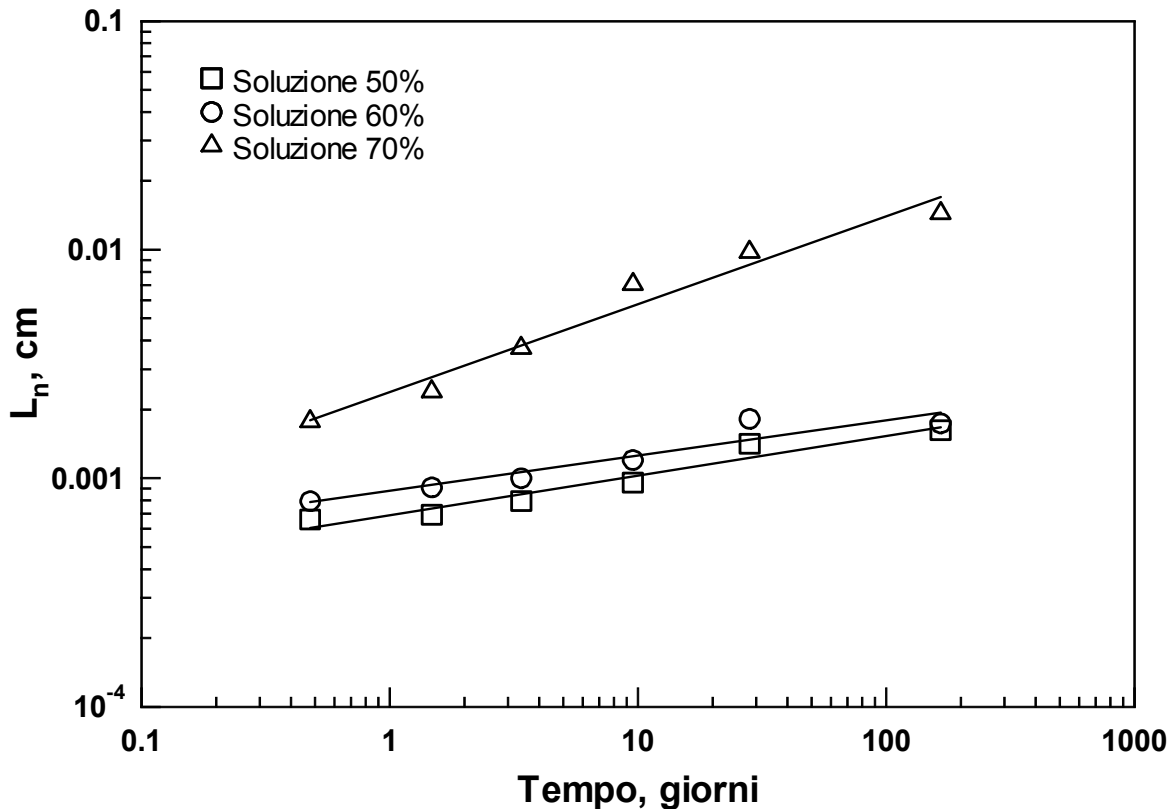
- Fa uso di una matrice poliestere ottenuta da un glicole e acido fumarico o maleico; le insaturazioni presenti lungo la catena poliestere rappresentano punti in cui si legano altri polimeri (polistirene) per la reticolazione; gli acidi insaturi possono essere utilizzati in miscela con altri acidi bicarbossilici saturi per regolare la frequenza delle insaturazioni; la polimerizzazione del polimero reticolante è di tipo radicalico e viene iniziata con un iniziatore di tipo "redox" ( $\text{Co}^{+2}$ - $\text{Co}^{+3}$ ); il prodotto che si ottiene è del tipo



- La reticolazione produce celle chiuse di dimensioni dipendenti dalla disposizione delle insaturazioni in grado di microincapsulare gocce di soluzioni inquinanti concentrate
- Il processo si effettua preparando un'emulsione del polimero poliestere (fase continua) e aggiungendo poi l'iniziatore di polimerizzazione del polimero reticolante; si possono realizzare celle di dimensioni di 2–10 μm; il contenuto di residuo può superare il 70%; la fase di solidificazione è esotermica e richiede tempi dell'ordine delle decine di minuti
- La natura del residuo può porre problemi per i seguenti motivi
  - Le quantità massime di residuo che consentono di ottenere un'emulsione stabile possono essere relativamente basse (40-50%)
  - Interazioni di tipo chimico (pH troppo basso o troppo alto, estrazione dell'iniziatore, ecc.) possono inibire o ritardare la solidificazione
- Caratteristiche di rilascio basate sulla estraibilità  $L_n$

$$L_n = \frac{W_n / W_o}{S / V} = \frac{C_n V_I / W_o}{S / V}$$

$W_n$  quantità estratta dopo  $n$  giorni,  $W_0$  quantità inizialmente presente,  $V$  volume del campione,  $S$  superficie del campione,  $C_n$  concentrazione nel liquido estraente,  $V_l$  volume del liquido estraente



- Risultati ottenuti solidificando una soluzione di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  al 24%; estrazione con acqua distillata e rapporto  $S/V=1.85 \text{ cm}^{-1}$
- Si ottiene  $L_n=a \cdot t^b$  con  $b$  circa 20 volte inferiore rispetto a una matrice cementizia
- Resistenza a compressione: aumenta con il diminuire delle dimensioni delle celle; circa 15 MPa con dimensioni di  $1,5 \mu\text{m}$

# INCAPSULAMENTO

- Essiccazione del residuo; aggiunta di soluzione di polibutadiene; fusione a 120-200°C; ricoprimento superficiale con polietilene
- Vantaggi
  - Nessun rilascio di inquinanti
- Svantaggi
  - Costi elevati
  - Sviluppo vapori infiammabili
- Applicazioni
  - Trattamento di residui ad alto potenziale inquinante

## PROCESSO TRW SYSTEMS GROUP

- Viene prodotta una struttura monolitica di adeguata resistenza meccanica che viene poi ricoperta da un rivestimento di materiale termoplastico privo di giunzioni che fornisce un isolamento pressoché totale dall'ambiente
- La formazione della struttura monolitica avviene per mezzo di un opportuno agente legante; viene polimerizzato butadiene che

fornisce una struttura reticolata compatibile con un'ampia gamma di residui; questa fase del processo si articola nei seguenti stadi

- Essiccazione del residuo
  - Ricoprimento delle particelle solide con la resina in soluzione e allontanamento del solvente
  - Compattazione delle particelle ricoperte di resina
  - Termoindurimento della resina; sono sufficienti modeste quantità di resina (3-6%)
- Ricoprimento della struttura monolitica: viene colato polietilene ad alta densità (HDPE) attorno al blocco termoindurito; HDPE viene preferito a causa del basso costo, le ottime qualità chimiche e fisico-meccaniche e la compatibilità con la matrice di polibutadiene
- Si ottengono blocchi cubici ( $l=3''$ ) o cilindrici ( $d=3''$ ,  $h=4''$ ) con un rivestimento di HDPE di  $\frac{1}{4}''$ ; la densità può arrivare a  $1600 \text{ kg/m}^3$
- Rilascio inferiore a  $10^{-2}$  ppm di Cu, Cr, Zn, Ni, Cd, Hg dopo 120 giorni di estrazione con acqua distillata, soluzioni di acidi e basi forti e soluzione marina

## ➤ Proprietà meccaniche

- Resistenza a compressione  $\approx 11$  MPa
- Provini compressi fino al 40% dell'altezza originale non presentano rotture del rivestimento
- Dopo 75 cicli di gelo-disgelo da  $-10$  a  $100^{\circ}\text{C}$  la resistenza a compressione si riduce del 15%
- Non si osservano rotture del rivestimento dopo 50 cadute da 6', 15 da 10' e 15 da 30'
- Il rivestimento non viene perforato da una punta conica con apertura di  $30^{\circ}$  e una forza applicata di 700 lb
- Le proprietà meccaniche possono essere ulteriormente migliorate con l'ausilio di fibra di vetro nel rivestimento termoplastico

# RILASCIO DI INQUINANTI

- Utilizzato per misurare la resistenza di un materiale tal quale o stabilizzato al dilavamento (leaching)
- Per mezzo di test di rilascio opportunamente progettati si può misurare l'efficienza della stabilizzazione e comprendere i meccanismi operanti
- Dilavamento: processo di estrazione liquido-solido che ha luogo quando un materiale solido viene in contatto con acque naturali
  - Poiché non esiste insolubilità totale una certa velocità di estrazione potrà sempre essere misurata
  - È di interesse la misura in cui i contaminanti vengono estratti una volta che i residui, eventualmente stabilizzati, sono avviati al recupero di materia o destinati a discarica
  - Sebbene l'interesse debba essere rivolto più propriamente alla velocità di rilascio degli inquinanti, in realtà gli effetti del dilavamento vengono espressi in termini di concentrazione nella fase estraente

# FATTORI CHE INFLUENZANO IL RILASCIO

- Natura della soluzione estraente
  - Dovrebbe essere tale da riprodurre le condizioni di possibili scenari naturali
  - Diffuso è l'uso di soluzioni di acido acetico o acido nitrico, tamponi acido acetico/acetato di sodio, acqua satura di anidride carbonica e acqua distillata
  - Il rilascio può aversi a causa di differenti meccanismi (attacco alla matrice o alle fasi che contengono gli inquinanti, equilibri di dissoluzione, complessazione, ecc.)
  - La comprensione dei meccanismi di rilascio è importante in rapporto alla stabilità a lungo termine
  
- Natura del materiale
  - I processi di stabilizzazione riducono la mobilità dei componenti tossici per mezzo di meccanismi di tipo chimico e/o fisico
  - La prevalenza degli uni rispetto agli altri può influenzare fortemente i risultati di un test di rilascio

## ➤ Area superficiale

- Enormi differenze possono aversi fra materiali monolitici e granulari
- La frantumazione del materiale è peggiorativa delle condizioni di test in quanto la stabilizzazione si basa su micro e macroincapsulamento
- Alcuni test richiedono che il materiale sia ridotto in frammenti di 9,5 mm per simulare quello che può accadere nell'handling; altri test richiedono una procedura standard di impatto
- In generale si indica la dimensione massima dei frammenti ma non la minima né la distribuzione dimensionale
- La frantumazione del materiale può anche avvenire in discarica non solo per cause meccaniche ma anche per effetto di cicli gelo-disgelo e umidificazione-essiccamento

## ➤ Rapporto liquido-solido

- Influenza la cinetica di rilascio e condiziona la possibilità di raggiungere condizioni di equilibrio

## ➤ Tempo di contatto

- Può essere variato fra limiti estremamente ampi in dipendenza dal tipo di test

- Temperatura
  - Può variare ampiamente nelle condizioni reali di smaltimento o di recupero dei rifiuti
  - Nei test dovrebbe essere di  $20 \div 25^{\circ}\text{C}$
- Recipiente di estrazione
  - Non sempre i test di rilascio ne indicano forma e dimensioni
  - Potrebbe determinare la frantumazione del materiale a causa di fenomeni di abrasione
- Tecnica e apparecchiatura di agitazione
  - Il liquido in contatto con il solido può essere in quiete o sotto agitazione
  - Spesso si richiede completa miscelazione del liquido e assenza di stratificazione del solido, ma non vengono definite le modalità con cui ciò debba essere ottenuto
- Separazione liquido-solido
  - Si può attuare per filtrazione o centrifugazione
  - I precipitati colloidali sono difficilmente separabili
  - I filtri possono avere capacità adsorbente
- Analisi
  - Non sempre le modalità di analisi sono definite
  - Differenti metodi analitici possono avere differenti sensibilità e dare luogo a differenti interferenze in matrici complesse

# TIPOLOGIE DI TEST DI RILASCIO IN RAPPORTO ALLE CARATTERISTICHE

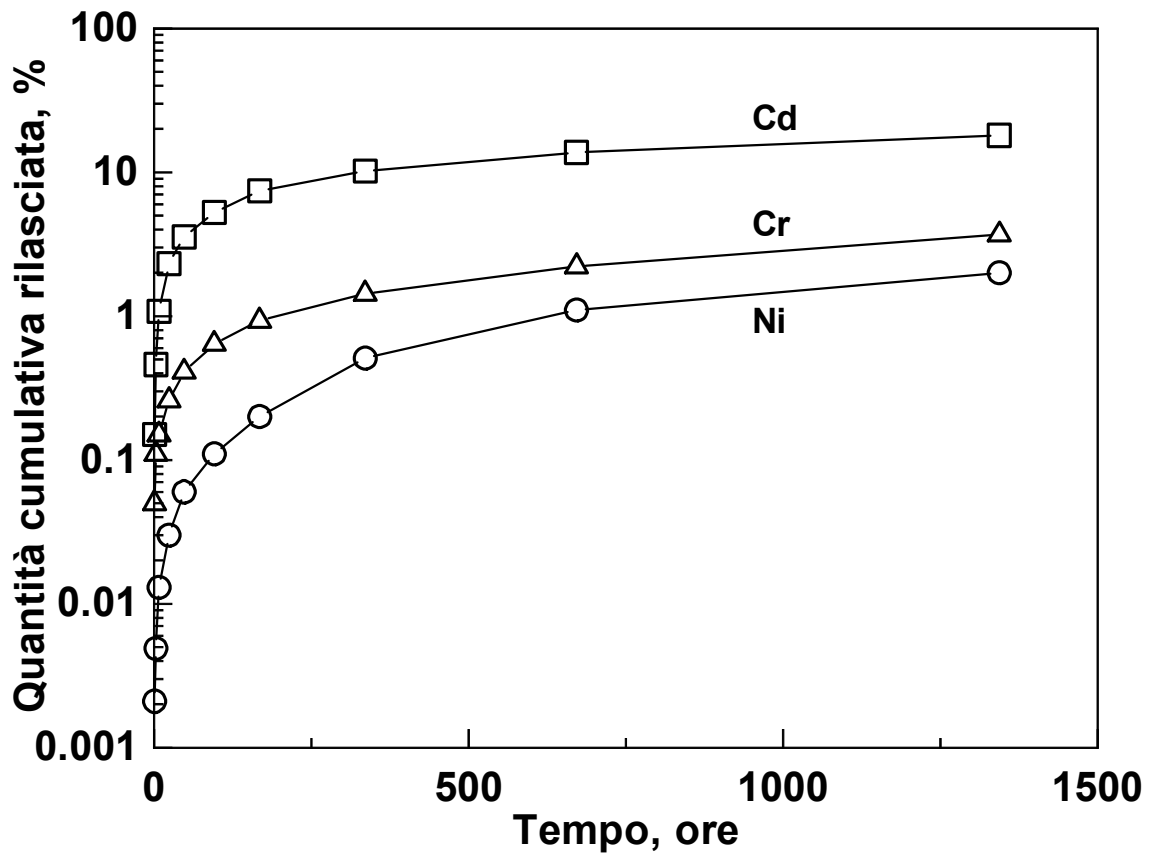
## ➤ Statici

- Il contatto fra il liquido e il solido avviene in un unico ciclo
- Il tempo di contatto è dell'ordine di 24÷48 ore
- Forniscono come risultato un unico valore di concentrazione
- Possono essere influenzati dal raggiungimento di condizioni di equilibrio
- Sono di semplice esecuzione

## ➤ Dinamici

- La soluzione estraente a contatto con il solido viene rinnovata a tempi prefissati con intervalli crescenti
- La durata complessiva può anche essere dell'ordine dei mesi
- Teoricamente il tempo  $t_n$  del rinnovo  $n$ -mo dovrebbe essere legato al tempo del primo rinnovo dalla relazione  $t_n = t_1 \cdot n^2$
- In realtà la successione dei rinnovi deve considerare le esigenze di laboratorio
- I risultati vengono espressi in termini di quantità cumulative estratte
- Sono di semplice esecuzione e consentono di valutare il comportamento a lungo termine del sistema in esame

- La figura mostra risultati tipici di un test dinamico espressi in termini di percentuale della quantità inizialmente presente



- Risultati relativi a un fango galvanico stabilizzato con legante a base di solfoalluminato di calcio; contenuto di fango 60%
- In flusso
  - Il contatto liquido-solido è assicurato da un flusso continuo di soluzione estraente
  - La concentrazione degli inquinanti estratti tende a zero con il crescere del tempo di contatto, rendendo più difficile la previsione del comportamento a lungo termine
  - Sono di esecuzione più complessa

# TIPOLOGIE DI TEST DI RILASCIO IN RAPPORTO ALLE FINALITÀ

- Caratterizzazione di base
  - Sono destinati alla comprensione del comportamento del sistema in qualsiasi scenario, anche non realistico
  - Teoricamente non hanno alcun limite nella definizione delle condizioni di esecuzione
  - I tempi di esecuzione possono essere anche dell'ordine dei mesi
  
- Conformità alla normativa
  - Hanno lo scopo di verificare che lo smaltimento o il recupero proposto avvengano nel rispetto della normativa di riferimento
  - Eseguiti secondo le specifiche della stessa normativa hanno durata dell'ordine di pochi giorni
  
- Verifica sul campo
  - Sono necessari per verificare che le specifiche richieste per la concessione delle autorizzazioni allo smaltimento o al recupero siano rispettate da tutti i lotti
  - Di difficile progettazione richiedono tempi dell'ordine delle ore

# CRITERI DI AMMISSIBILITÀ DEI RIFIUTI IN DISCARICA

- Il D.M. 13 marzo 2003 stabilisce gli obblighi per i produttori e i gestori di rifiuti
  - Il produttore (o il gestore) è tenuto ad effettuare la caratterizzazione di base dei rifiuti regolarmente prodotti necessaria per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza nella appropriata categoria di discarica
  - Per le partite di rifiuti non generati regolarmente, o quando si sospetti una contaminazione, i rifiuti devono essere sottoposti a specifiche analisi
- Gli impianti di discarica sono classificati in tre categorie:
  - Per rifiuti inerti
  - Per rifiuti non pericolosi
  - Per rifiuti pericolosi
- Possono essere smaltiti in discariche per rifiuti inerti:
  - I rifiuti elencati nella seguente tabella senza accertamento analitico

Codice	Descrizione	Restrizioni
01.04.13	Rifiuti della lavorazione della pietra	
10.11.03	Scarti di materiali in fibra a base di vetro	Privi di leganti organici
15.01.07	Imballaggi in vetro	
17.01.01	Cemento	Selezionati da costruzione e demolizione
17.01.02	Mattoni	Selezionati da costruzione e demolizione
17.01.03	Mattonelle e ceramiche	Selezionati da costruzione e demolizione
17.01.07	Miscugli di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	Selezionati da costruzione e demolizione
17.02.02	Vetro	
17.05.04	Terre e rocce	Esclusi i primi 30 cm di suolo, la torba e non provenienti da siti contaminati
17.09.04	Rifiuti misti da costruzione e demolizione	Selezionati da costruzione e demolizione
19.12.05	Vetro	
20.01.02	Vetro	Proveniente da raccolta differenziata
20.02.02	Terre e rocce	Solo rifiuti di giardini e parchi; eccetto terra vegetale e torba

- I rifiuti inerti che, sottoposti al test di cessione UNI 10802, presentano un eluato conforme ai limiti fissati nella tabella seguente

Componente	Concentrazione limite, mg/l
As	0.05
Ba	2
Cd	0.004
Cr	0.05
Cu	0.2
Hg	0.001
Mo	0.05
Ni	0.04
Pb	0.05
Sb	0.006
Se	0.01
Zn	0.4
Cloruri	80
Fluoruri	1
Solfati	100
Indice fenolo	0.1
DOC	50
TDS	400

e che non contengono contaminanti organici in concentrazioni superiori alle seguenti

Parametri	Valore limite, mg/kg
TOC	30000
BTEX	6
Olio minerale (C10-C40)	500

- È vietato il conferimento in discarica per inerti di rifiuti che contengono sostanze classificate cancerogene, IPA, PCB, diossine, furani e cianuri liberi oltre specifici limiti previsti per ciascuna categoria di questi inquinanti
- Possono essere smaltiti in discariche per rifiuti non pericolosi:
  - Particolari tipologie di rifiuti urbani e assimilati senza necessità di caratterizzazione analitica
  - I rifiuti non pericolosi che hanno una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25% e che, sottoposti al test di cessione UNI 10802, presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate nella tabella seguente

Elemento o composto	Concentrazione limite, mg/l
As	0.2
Ba	10
Cd	0.02
Cr totale	1
Cu	5
Hg	0.005
Mo	1
Ni	1
Pb	1
Sb	0.07
Se	0.05
Zn	5
Cloruri	1500
Fluoruri	15
Cianuri	0.5
Solventi organici aromatici	0.4
Solventi organici azotati	0.2
Solventi organici clorurati	2
Pesticidi totali non fosforati	0.05
Pesticidi totali fosforati	0.1
Solfati	2000
DOC	80
TDS	6000

- I rifiuti pericolosi stabili non reattivi che
  - Sottoposti al test di cessione UNI 10802 presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate nella precedente tabella
  - Hanno una concentrazione in carbonio organico totale non superiore al 5%
  - Hanno pH non inferiore a 6 e concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25%
- I rifiuti contenenti fibre minerali artificiali, indipendentemente dalla loro classificazione, come pericolosi o non pericolosi, secondo modalità tali da evitare la loro frantumazione e la dispersione delle fibre
- I materiali non pericolosi a base di gesso
- I materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi
  
- In discarica per rifiuti non pericolosi è vietato il conferimento di rifiuti che contengono PCB, diossine, furani e altre sostanze classificate cancerogene in concentrazioni superiori a specifici limiti previsti per ciascuna categoria di questi inquinanti

➤ In discarica per rifiuti pericolosi sono smaltiti i rifiuti pericolosi che soddisfano i seguenti requisiti:

▸ Sottoposti al test di cessione UNI 10802 presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate nella tabella seguente

Elemento o composto	Concentrazione limite, mg/l
As	2.5
Ba	30
Cd	0.2
Cr totale	7
Cu	10
Hg	0.05
Mo	3
Ni	4
Pb	5
Sb	0.5
Se	0.7
Zn	5
Cloruri	2500
Fluoruri	50
Cianuri	5
Solventi organici aromatici	4
Solventi organici azotati	4

Solventi organici clorurati	20
Pesticidi totali non fosforati	0.5
Pesticidi totali fosforati	1
Solfati	5000
DOC	100
TDS	10000

- Contengono PCB in concentrazione non superiore a 50 mg/kg e diossine e/o furani in concentrazioni non superiori a 0.01 mg/kg
  - Hanno percentuale di sostanza secca non inferiore al 25% e TOC non superiore al 6%
- Il decreto stabilisce inoltre che possono essere ammessi allo stoccaggio sotterraneo i rifiuti inerti, non pericolosi e pericolosi ad esclusione di quelli che dopo il deposito possono subire trasformazioni indesiderate di tipo fisico, chimico o biologico
- Infine, vengono stabiliti i criteri di ammissibilità in discarica dei rifiuti contenenti amianto che possono:
- Essere conferiti a discarica per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata
  - Essere conferiti a discarica per rifiuti non pericolosi, dedicata o dotata di cella

dedicata, purché sottoposti a processi di trattamento del tipo:

- Stabilizzazione/solidificazione in matrici stabili e non reattive
- Incapsulamento
- Trattamento con modificazione della struttura cristallina

e con valori conformi ai seguenti

- Contenuto di amianto  $\leq 30\%$
- Densità apparente  $> 2 \text{ g/cm}^3$
- Densità relativa  $> 50\%$
- Indice di rilascio  $< 0.6$