

Appunti del corso di Istituzioni di tecnologia alimentare

Parte 12° Separazione meccanica - 1

ZEPPA G.
Università degli Studi di Torino



Separazione

Operazioni in cui si ha la separazione dei componenti di una miscela in base a differenze geometriche o/o fisiche

Operazioni unitarie

- | | | |
|---------------------------|-------------------|----------------|
| ✦ Vagliatura | Filtrazione | Spremitura |
| ✦ Centrifugazione | Decantazione | Evaporazione |
| ✦ Separazione con cicloni | Estrazione | Distillazione |
| ✦ Separazione pneumatica | Adsorbimento | Flottazione |
| ✦ Osmosi inversa | Cristallizzazione | Deionizzazione |
| ✦ Elettrodialisi | Gel-filtrazione | Degasazione |
| ✦ Flocculazione | | |

Operazioni complesse

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ✦ Sgusciatura | Depicciolatura |
| ✦ Snocciolatura | Pelatura |
| ✦ Detorsolatura | Disossatura |
| ✦ Pigiadiraspatura | Crioconcentrazione |
| ✦ Cernita | Lavaggio |

Separazione meccanica

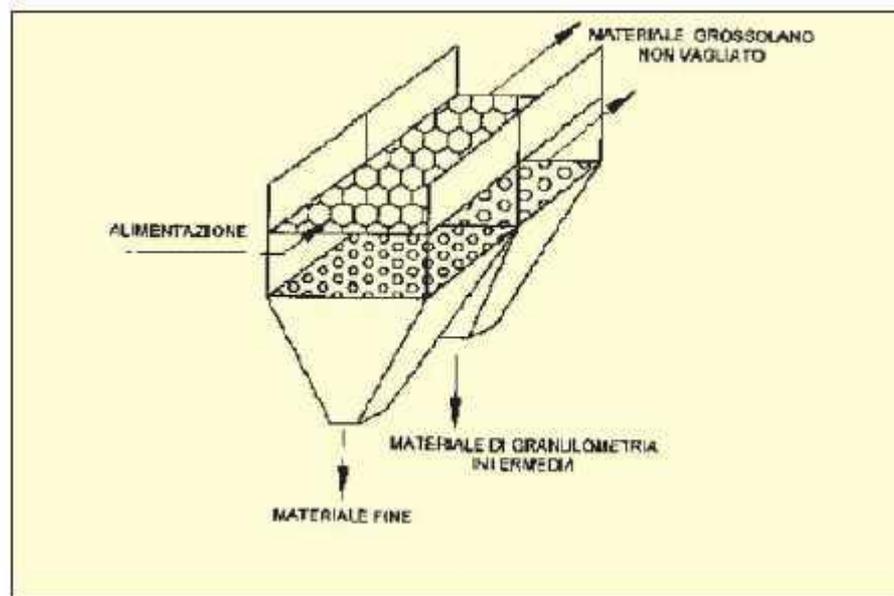
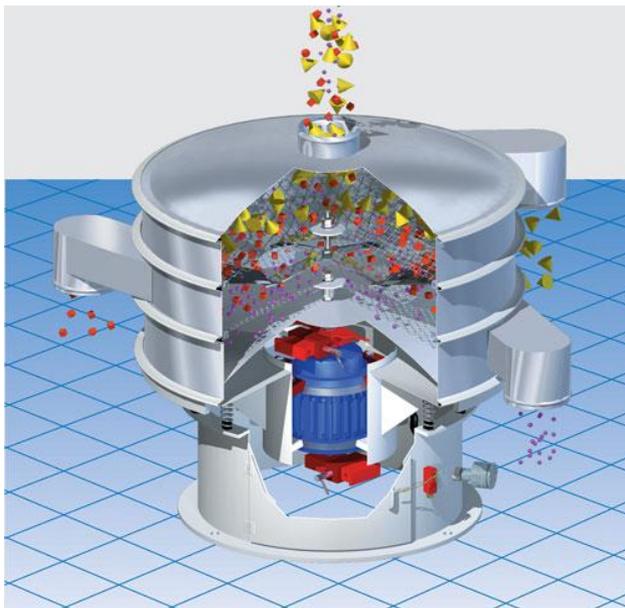
- Vagliatura → separare solidi in funzione delle dimensioni
- Decantazione statica → separare liquidi o solidi in funzione della densità
- Centrifugazione → separare liquidi o solidi in funzione della densità, ma aumentando la forza di gravità
- Filtrazione → separare un solido da un liquido mediante un materiale poroso
- Pressatura / Spremitura → separare un liquido da un solido applicando una pressione

Separazione meccanica

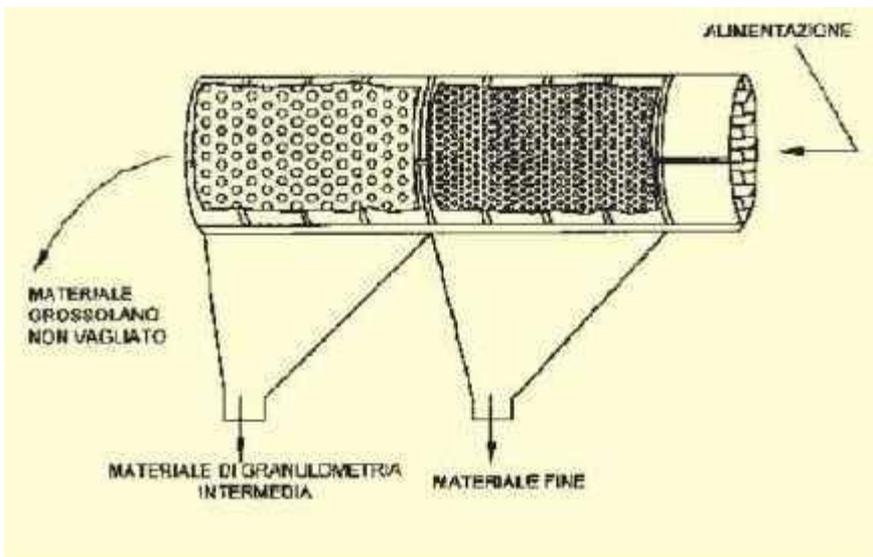
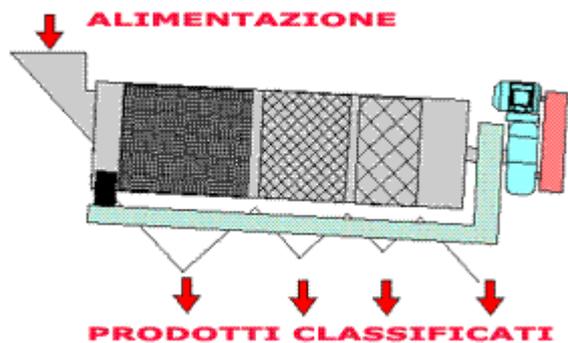
- **Vagliatura → separare solidi in funzione delle dimensioni**
- Decantazione statica → separare liquidi o solidi in funzione della densità
- Centrifugazione → separare liquidi o solidi in funzione della densità, ma aumentando la forza di gravità
- Filtrazione → separare un solido da un liquido mediante un materiale poroso
- Pressatura / Spremitura → separare un liquido da un solido applicando una pressione

- In genere la macinatura è seguita dalla separazione delle diverse pezzature del materiale macinato (***setacciatura o vagliatura***)
- Si ottiene facendo passare il prodotto attraverso piastre forate con fori di diametro progressivamente minori
- I setacci sono identificati attraverso il numero di *mesh* ossia il numero di maglie per pollice lineare
- Si ottiene con
 - ✓ setacci orizzontali
 - ✓ setacci a tamburo
 - ✓ vagli a vibrazione

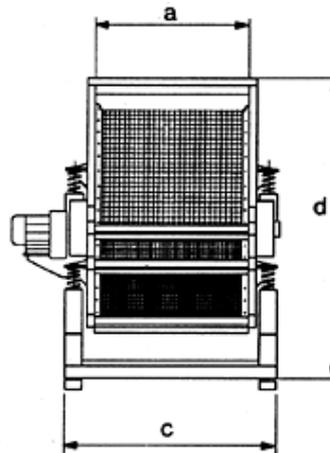
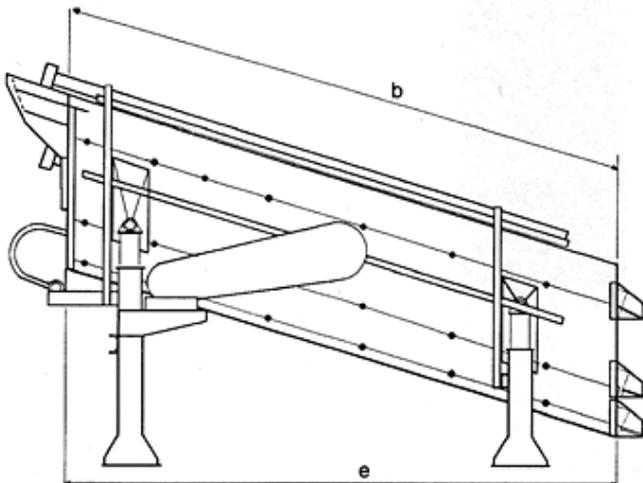
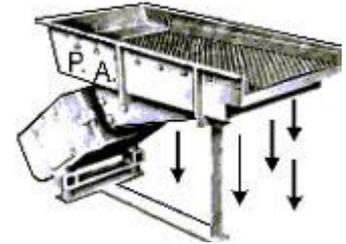
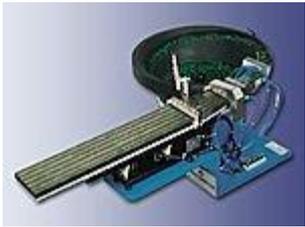
Setacci o vagli orizzontali : il prodotto è posto su setacci che hanno movimenti orizzontali per favorire la setacciatura



Setacci a tamburo : il prodotto è posto in un tamburo rotante inclinato con setacci crescenti verso il basso



Vagli a vibrazione : un eccentrico determina un movimento a scosse



Separazione meccanica

- Vagliatura → separare solidi in funzione delle dimensioni
- **Decantazione statica → separare liquidi o solidi in funzione della densità**
- Centrifugazione → separare liquidi o solidi in funzione della densità, ma aumentando la forza di gravità
- Filtrazione → separare un solido da un liquido mediante un materiale poroso
- Pressatura / Spremitura → separare un liquido da un solido applicando una pressione

- La decantazione statica consente di separare dei solidi o dei liquidi da un fluido in funzione della diversa densità
- Nei fluidi, i corpi con densità minore galleggiano su quelli a densità maggiore, se sottoposti ad un campo gravitazionale. Questa proprietà è alla base del principio di Archimede
- Dato un fluido, un materiale può essere separato per affioramento (→ **flottazione**) se la sua densità è minore di quella del fluido o per **sedimentazione** se la sua densità è maggiore di quella del fluido
- Nell'industria spesso i due fenomeni avvengono contemporaneamente
- La velocità di separazione fra i due materiali è data dalla Legge di Stokes

$$v(cm/s) = \frac{1}{18} \frac{D^2 (\rho_p - \rho_f) g}{\eta}$$

D = diametro particella

ρ_p = densità particella

ρ_f = densità fluido

g = forza gravità

η = viscosità



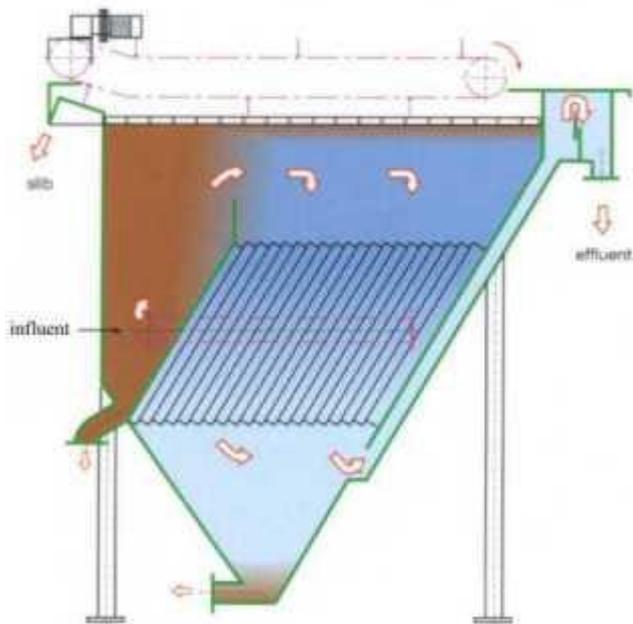
Flottazione

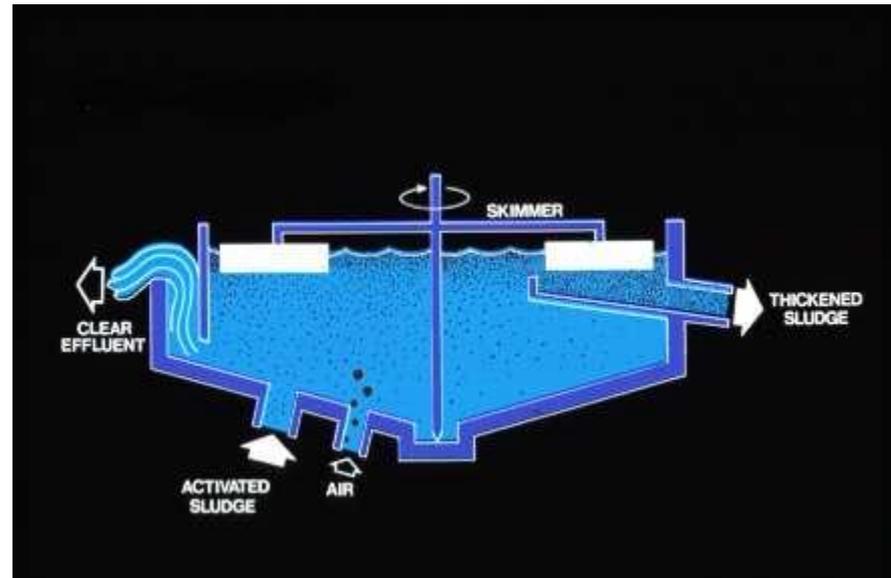
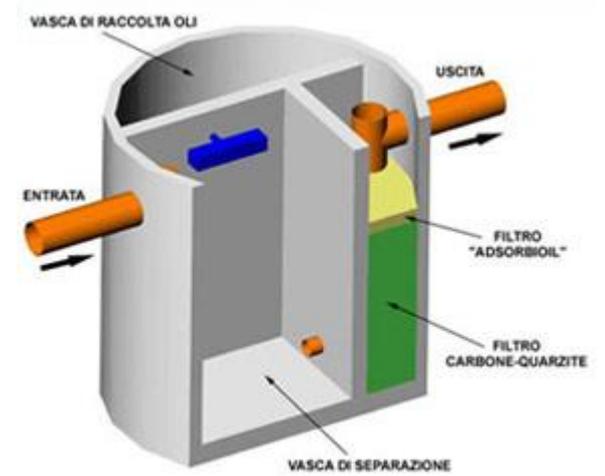
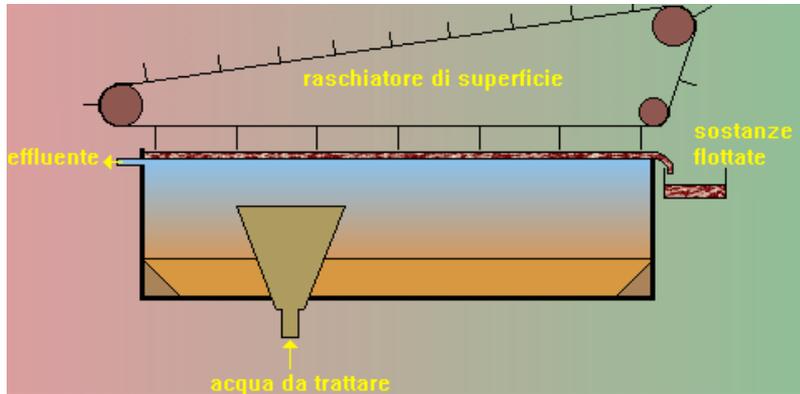
- E' un processo largamente utilizzato nel trattamento delle acque reflue e nell'industria mineraria applicato ora anche all'IA
- Consiste nel separare i componenti di una sospensione acquosa in relazione al minore peso specifico rispetto all'acqua
- Si hanno diversi processi
 - Flottazione naturale (per gravità)
 - Flottazione ad aria o gas disciolti (dissolved air flotation / dissolved gas flotation)
 - Flottazione indotta (induced gas flotation)
 - Flottazione con schiuma (froth flotation)



Flottazione naturale

- ✚ Le particelle hanno un peso specifico minore di quello dell'acqua e quindi tendono a galleggiare
- ✚ La miscela viene posta in una bacino/vasca ed un coltello allontana i solidi od i liquidi idrofobi dalla superficie



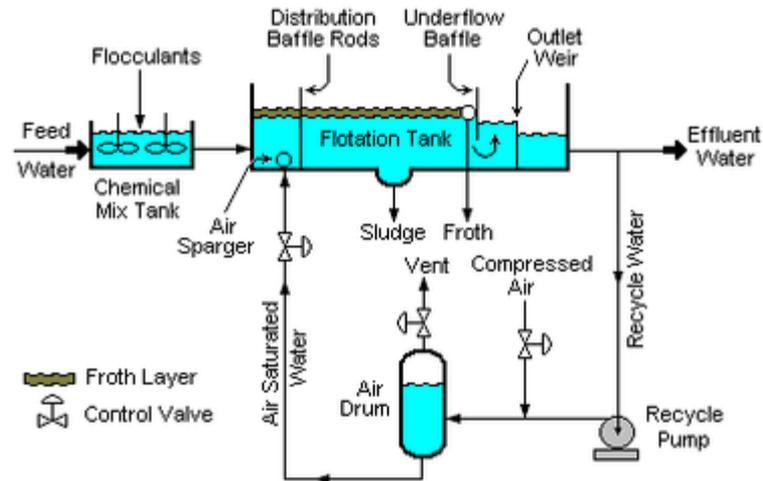
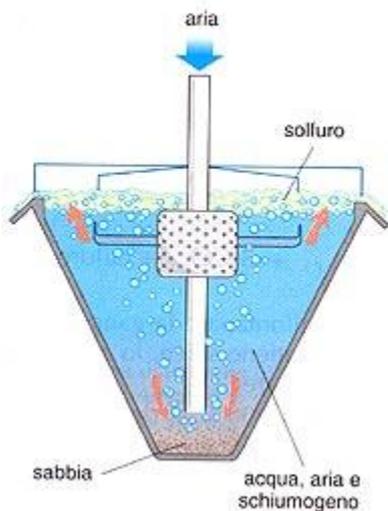






Flottazione ad aria o gas disciolti

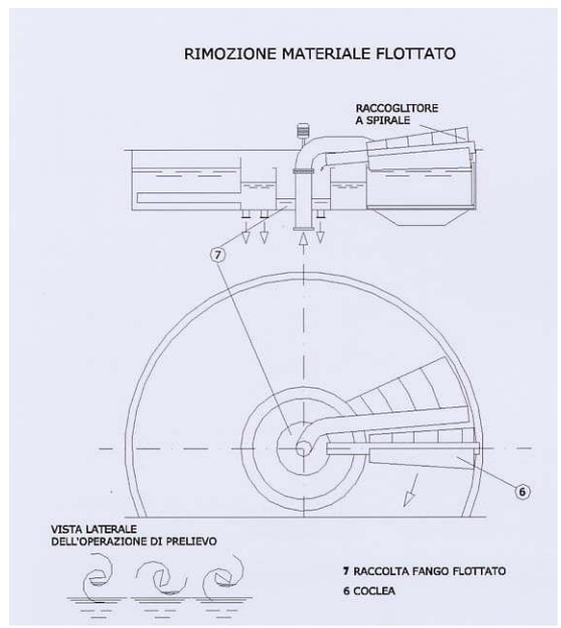
- ✚ La sospensione viene posta in una vasca dove viene fatta gorgogliare aria o gas che formano piccole bolle che risalendo in superficie trascinano le particelle sospese. Il gas viene saturato dal liquido in un recipiente a pressione elevata (air drum) quindi portato a bassa pressione con una valvola di laminazione
- ✚ La schiuma viene rimossa con una lama ("skimmer")
- ✚ In alcuni casi possono essere aggiunte sostanze flocculanti (cloruro di ferro, solfato di alluminio, bentoniti)





Flottatori a sezione circolare con vasca in CLS per grandi volumi

CLARY-FLOAT®
B M I
BIO-MASS IMPLANT



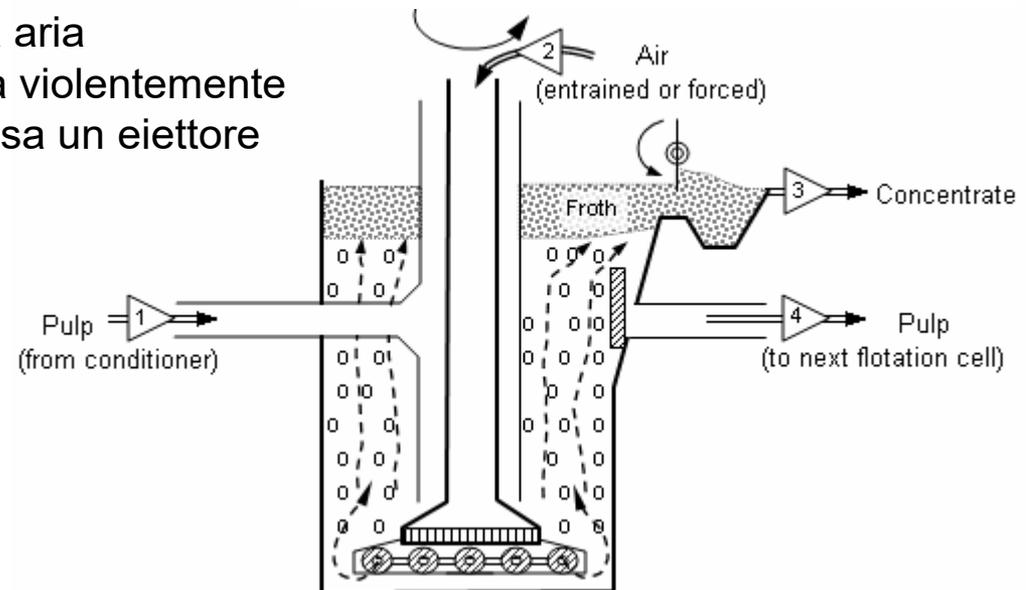
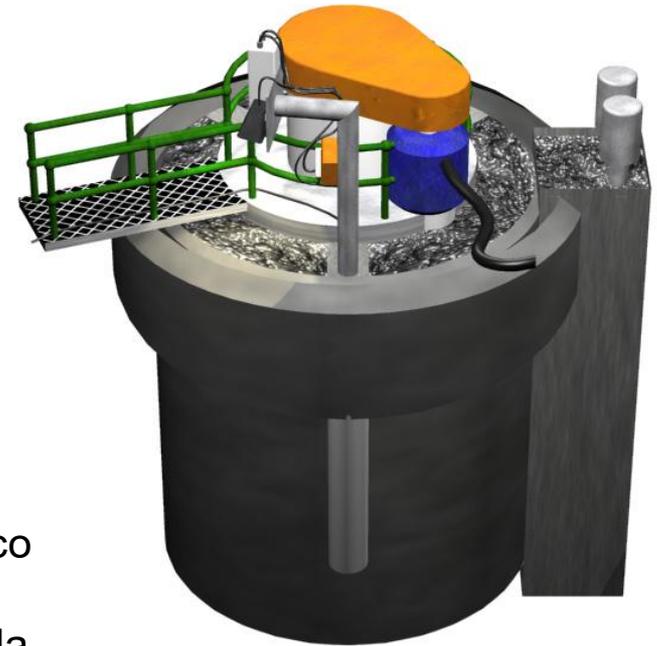


Flottazione indotta

- ✚ Simile al tipo con gas disciolto ma le bolle di gas vengono prodotte mediante un eiettore alimentato con liquido ricircolato.
- ✚ La schiuma viene rimossa con una lama (“skimmer”)
- ✚ In alcuni casi possono essere aggiunte sostanze flocculanti (cloruro di ferro, solfato di alluminio, bentoniti)

Flottazione con schiuma

- ✚ Si utilizza molto con i minerali
- ✚ Si possono aggiungere dei tensioattivi
- ✚ La schiuma viene rimossa con una lama superficiale
- ✚ Le bolle d'aria possono essere prodotte in vari modi:
 - ◆ flottazione all'acido → si fa reagire dell'acido solforico con sali
 - ◆ flottazione sottovuoto → si porta sottovuoto la torbida
 - ◆ flottazione pneumatica → si insuffla aria
 - ◆ flottazione per agitazione → si agita violentemente
 - ◆ flottazione per subareazione → si usa un eiettore





Separazione meccanica

- Vagliatura → separare solidi in funzione delle dimensioni
- Decantazione statica → separare liquidi o solidi in funzione della densità
- **Centrifugazione → separare liquidi o solidi in funzione della densità, ma aumentando la forza di gravità**
- Filtrazione → separare un solido da un liquido mediante un materiale poroso
- Pressatura / Spremitura → separare un liquido da un solido applicando una pressione

- La separazione centrifuga si basa sulla Legge di Stokes ma alla forza di gravità si sostituisce la forza centrifuga

$$v(cm/s) = \frac{1}{18} \frac{D^2 (\rho_p - \rho_f) \omega^2 r}{\eta}$$

D = diametro particella

ρ_p = densità particella

ρ_f = densità fluido

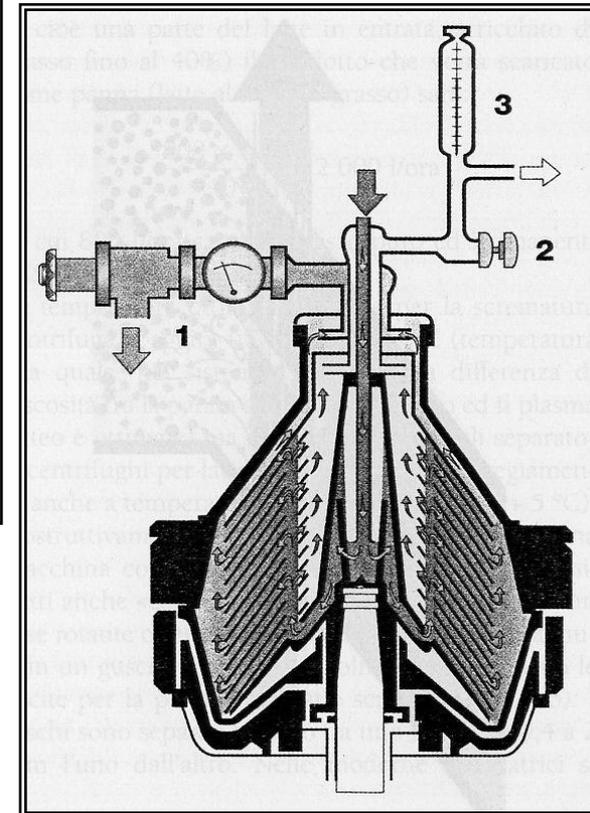
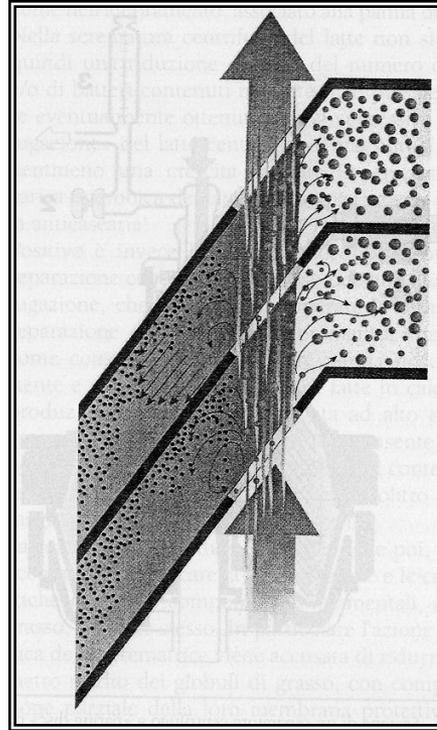
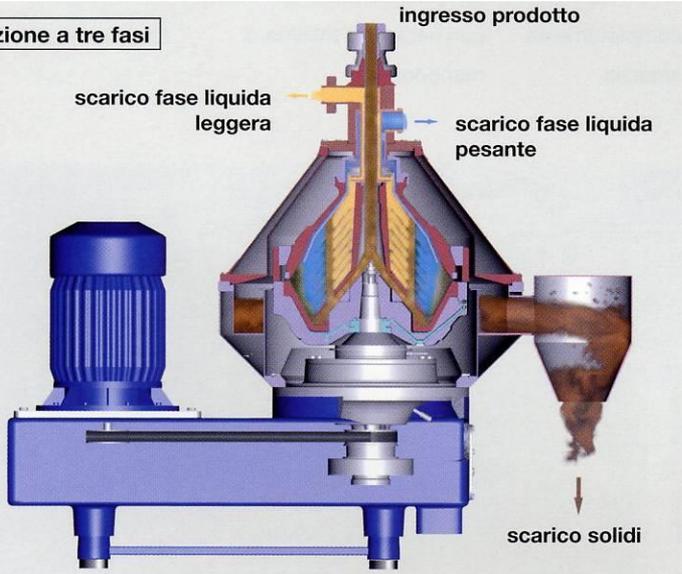
$\omega^2 r$ = forza centrifuga

ω = velocità angolare

r = distanza dall'asse di rotazione

η = viscosità

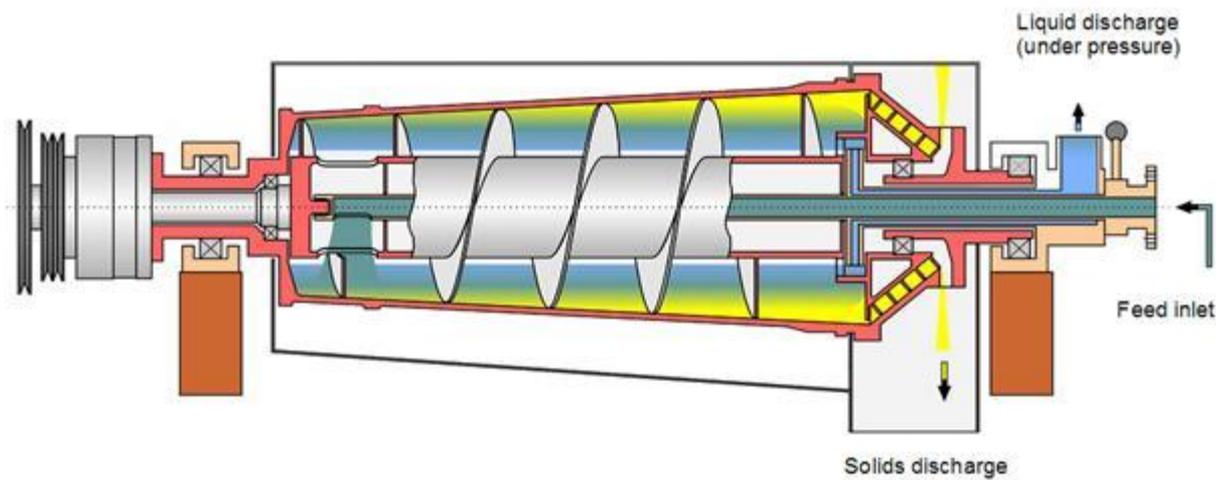
Separazione a tre fasi







Le centrifughe decantatrici vengono utilizzate per separare due, o più fasi, di peso specifico diverso, cioè per i processi di chiarificazione di un liquido nei quali sono presenti in sospensione dei solidi. La separazione della fase solida da quella liquida avviene all'interno di un tamburo rotante di forma cilindrica/tronco conica. La fase solida, più pesante, si deposita sulle pareti interne del tamburo e viene raschiata dalla coclea interna fino a farla espellere nei fori posti al termine della sezione tronco conica.



Cross-section of a Flottweg SEDICANTER® - Separation of "soft solids" from a liquid

