

# Appunti del corso di Istituzioni di tecnologia alimentare

## *Parte 3° Riduzione delle dimensioni*

ZEPPA G.  
Università degli Studi di Torino



# *Riduzione delle dimensioni*

Operazioni puramente meccaniche che determinano la rottura di un ingrediente sino alla frantumazione delle cellule con liberazione dei contenuti cellulari e la modificazione sostanziale della reologia del prodotto

## *Operazioni unitarie*

- ✦ Taglio
- ✦ Laminazione
- ✦ Molitura

## *La riduzione delle dimensioni è abbastanza frequente nell'IA:*

- Riduzione in frammenti che permettono o favoriscono l'estrazione dei costituenti desiderati (farina, mosto, olio)
- Ottenimento della pezzatura voluta (spezie)
- Aumento della superficie che favorisce alcuni trattamenti (essiccazione, cottura, estrazione con solvente)
- Riduzione delle dimensioni così da favorire la miscelazione, la dissoluzione o l'emulsione nelle formulazioni

### **La scelta dell'impianto dipende da:**

- Durezza
- Rigidità/flessibilità
- Abrasività
- Impastabilità
- Temperatura di rammollimento o fusione
- Struttura
- Peso specifico
- Stabilità chimica
- Omogeneità
- Contenuto in acqua

### **Gli impianti differiscono per:**

- Tipo di forza prevalente applicata
- Tempo medio di stazionamento del prodotto nel molino
- Capacità di dissipazione del calore
- Funzionamento a secco o umido
- Funzionamento continuo/discontinuo

### **Gli impianti possono essere a:**

- Circuito aperto
- Caduta libera
- Circuito chiuso
- Macinazione umida

## Circuito aperto

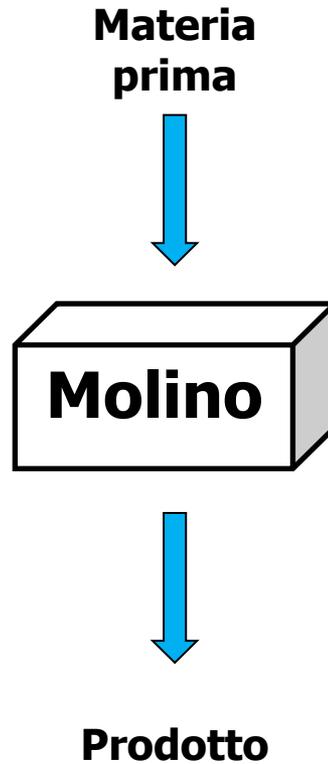
- Può essere discontinuo o continuo
- Ha bassa efficienza energetica
- Vi è grande dispersione di granulometria fine
- Le particelle più piccole rimangono più a lungo





## Caduta libera

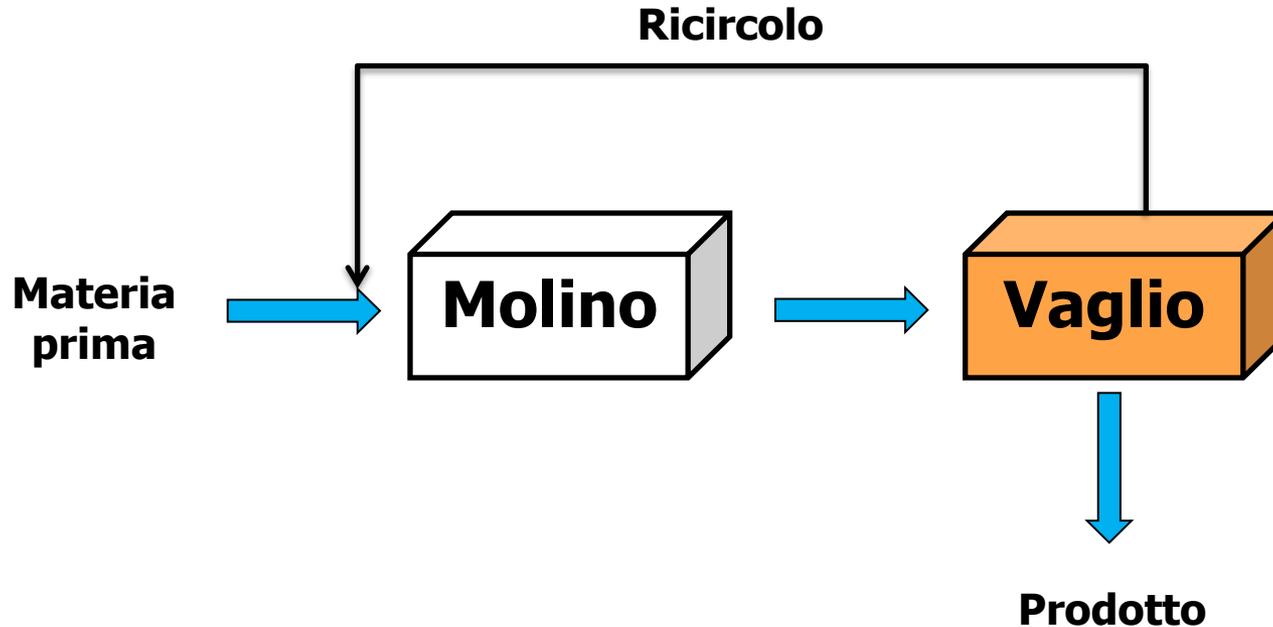
- Il tempo di permanenza nel mulino è breve
- Grande dispersione di granulometria





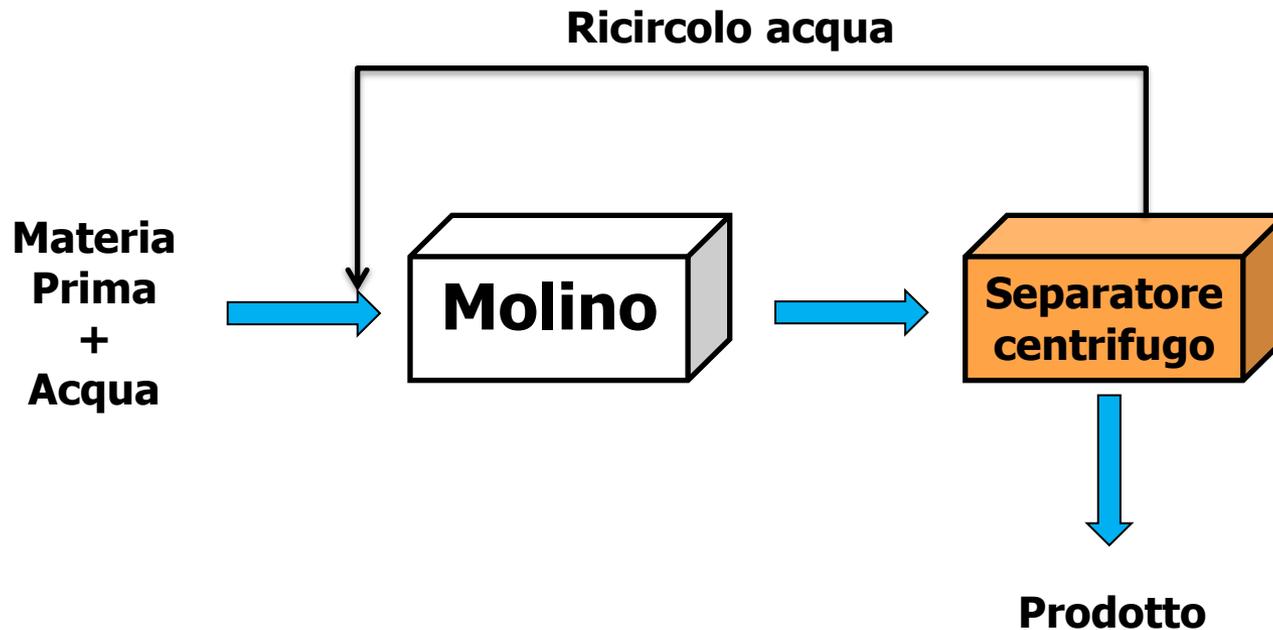
## Circuito chiuso

- Può essere solo continuo
- Ha un ridotto spreco energetico
- Granulometria finale uniforme



## Macinazione umida

- Può essere sia discontinua che continua
- Ha un maggiore consumo energetico
- Granulometria finale uniforme con maggiore grado di riduzione
- Non si formano polveri
- Possibile solubilizzazione di componenti





DISAFA  
Università degli studi di Torino

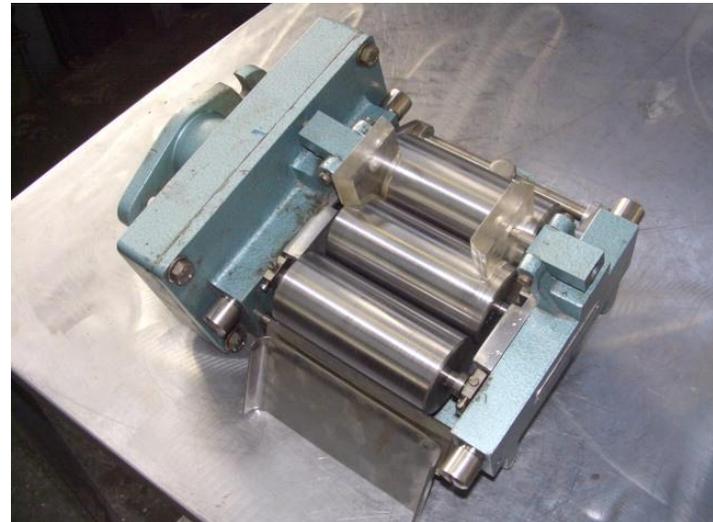
## ***Il taglio***

- Nel taglio il materiale è sottoposto a forze di :
  - **IMPATTO** (*Impiego molto generale*)
- Si può operare sia su prodotti freschi che secchi
- Si può avere riscaldamento per attrito e trasmissione di energia dall'organo di taglio
- Importante che il materiale macinato lasci il sistema di taglio man mano che raggiunge le dimensioni volute
- Il taglio si può ottenere mediante lame (una o più) o superfici di taglio



## ***La laminazione***

- Per laminazione si intende il processo meccanico utilizzato per far diminuire lo spessore di un materiale
- Nella laminazione il materiale è sottoposto a forze di :
  - **COMPRESSIONE**
  - **ATTRITO**
- Avviene mediante cilindri contrapposti che ruotando su sé stessi imprimono nel materiale la forma desiderata
- Il processo comprende solitamente più passaggi, in ognuno dei quali i rulli sono posizionati più vicini tra loro; questo è indispensabile per ridurre le forze di attrito che si vengono a generare nella lavorazione, e che se troppo elevate compromettono il risultato e dissipano troppa energia
- Il processo è quindi molto lento



## ***La macinazione***

- Nella macinazione il materiale è sottoposto a forze di :
  - **COMPRESSIONE** (*Usata prevalentemente per la macinazione grossolana di prodotti duri*)
  - **IMPATTO** (*Impiego molto generale, sia per prodotti duri che per granulometria fine*)
  - **ATTRITO** (*Usata prevalentemente per prodotti soffici, non abrasivi, quando è richiesta macinazione fine*).
- Se le forze che agiscono su di un materiale superano un livello critico si formano delle fratture e l'energia accumulata viene utilizzata per nuove superfici e per generare calore (riscaldamento !)
- In genere si opera su prodotti secchi per evitare fenomeni di impastamento
- Importante che il materiale macinato lasci il mulino man mano che raggiunge le dimensioni volute



DISAFA  
Università degli studi di Torino

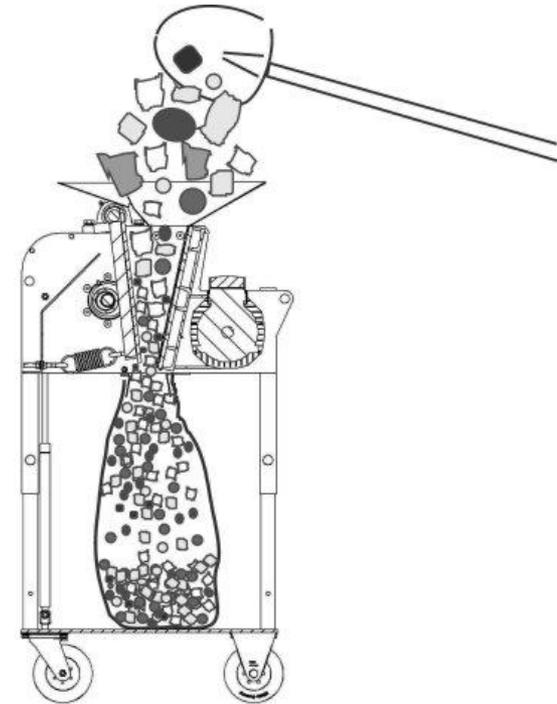
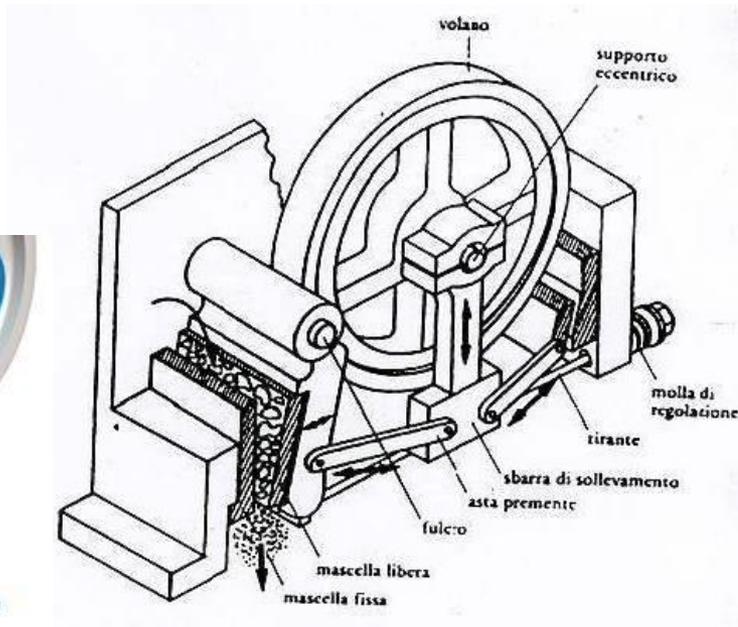
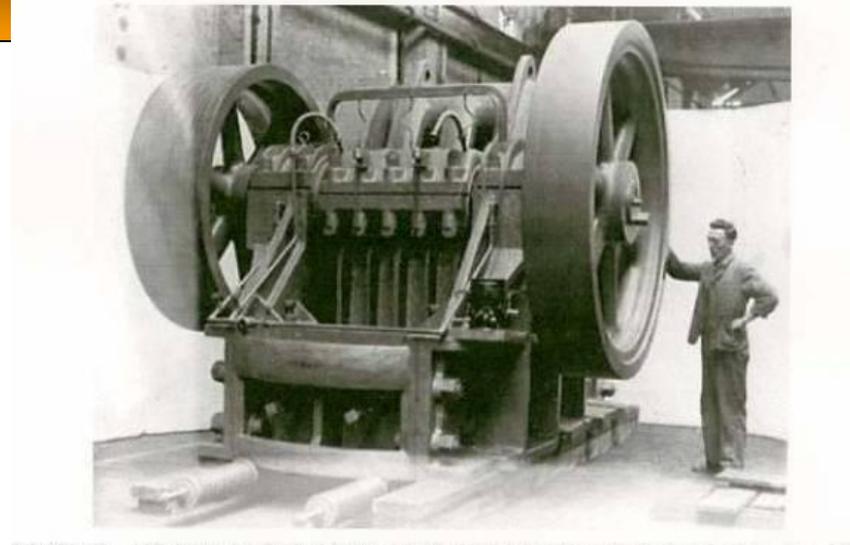
## *Attrezzature*

- Frantoi o frantumatori – servono per una macinazione preliminare grossolana
  - ✓ a mascella
  - ✓ rotativi
  - ✓ a cilindro dentato
  - ✓ a due cilindri dentati
- Trituratori o Granitori – servono per pezzature più fini
  - ✓ a cilindri
  - ✓ molazza
  - ✓ a pioli
- Polverizzatori o Finitori – servono per ottenere polveri molto fini partendo da materiali già pre-macinati
  - ✓ a palmenti
  - ✓ finitore a cilindri
  - ✓ centrifugo
  - ✓ a palle

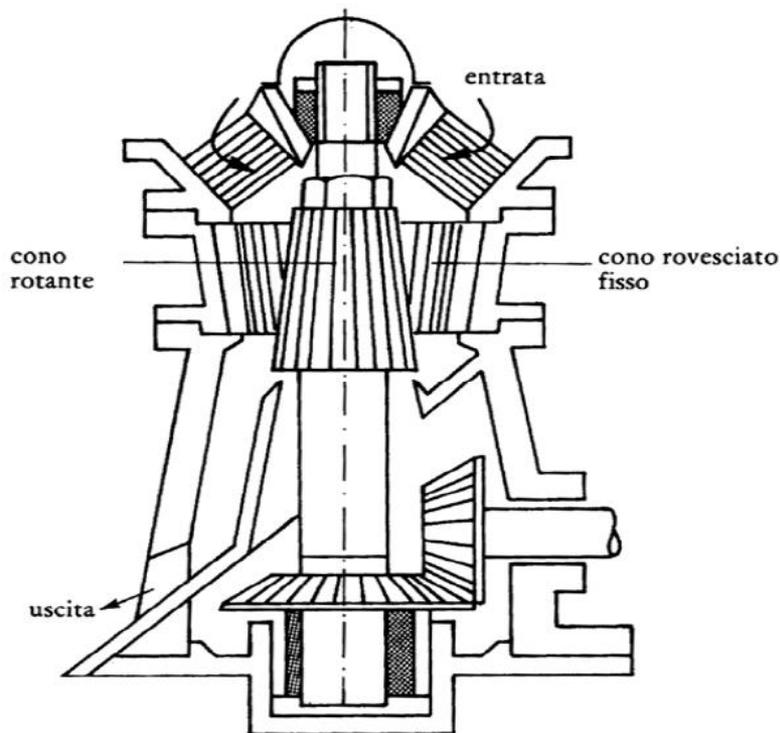
## *Attrezzature*

- **Frantoi o frantumatori – servono per una macinazione preliminare grossolana**
  - ✓ **a mascella**
  - ✓ **rotativi**
  - ✓ **a cilindro dentato**
  - ✓ **a due cilindri dentati**
- Trituratori o Granitori – servono per pezzature più fini
  - ✓ a cilindri
  - ✓ molazza
  - ✓ a pioli
- Polverizzatori o Finitori – servono per ottenere polveri molto fini partendo da materiali già pre-macinati
  - ✓ a palmenti
  - ✓ finitore a cilindri
  - ✓ centrifugo
  - ✓ a palle

# Molini a mascella



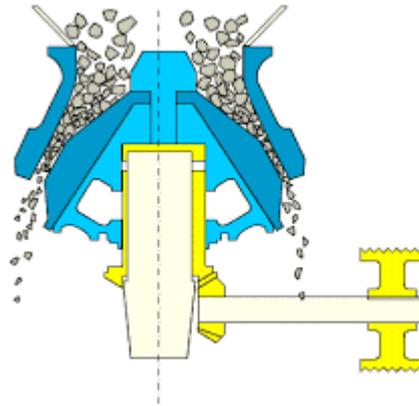
## *Molini rotativi*



**Il frantoio rotativo ha un esercizio continuo, ma non è adatto a trattare del materiale deformabile che s'impasta tra le nervature.**



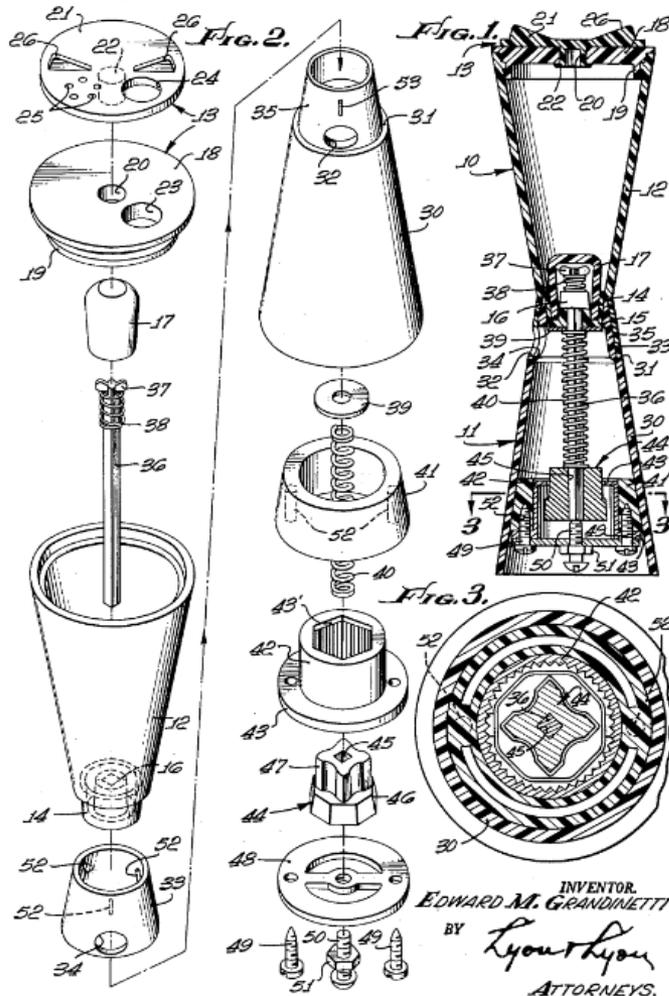
DISAFA  
Università degli studi di Torino



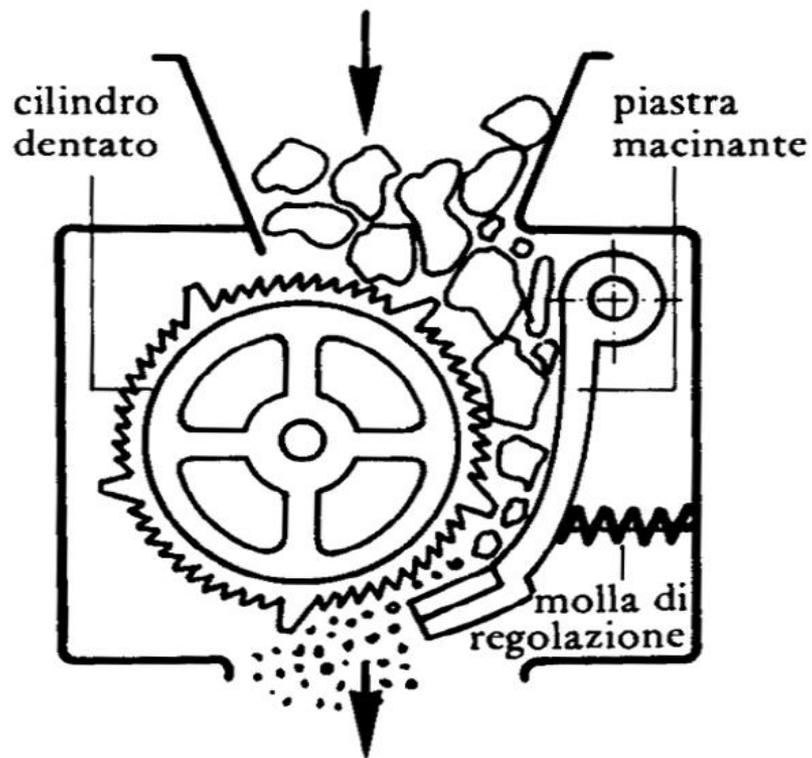
March 14, 1961

E. M. GRANDINETTI  
SALT SHAKER AND PEPPER MILL  
Filed Jan. 25, 1960

2,974,887



## *Molini a cilindro dentato*

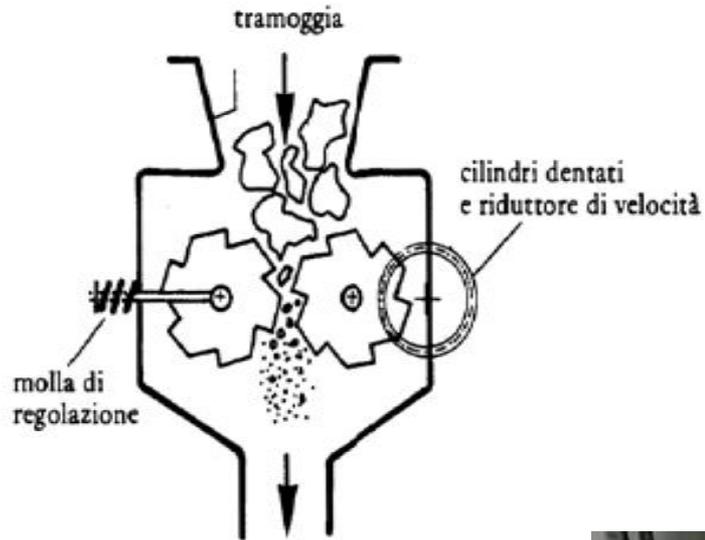


**Questo tipo di frantoio trova impiego per materiali teneri, ed evita la formazione di eccessive quantità di polveri.**

## *Molini a cilindro dentato*



## *Molini a due cilindri dentati*



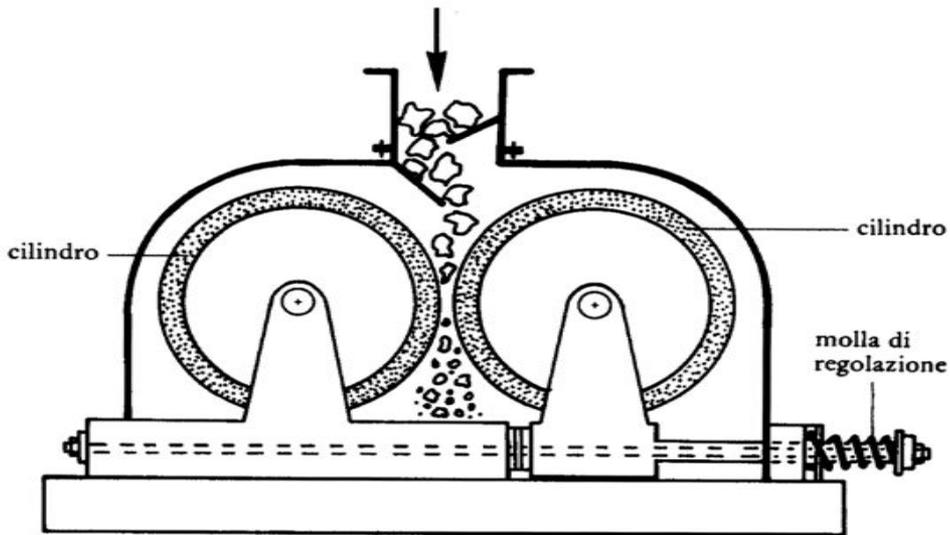


DISAFA  
Università degli studi di Torino

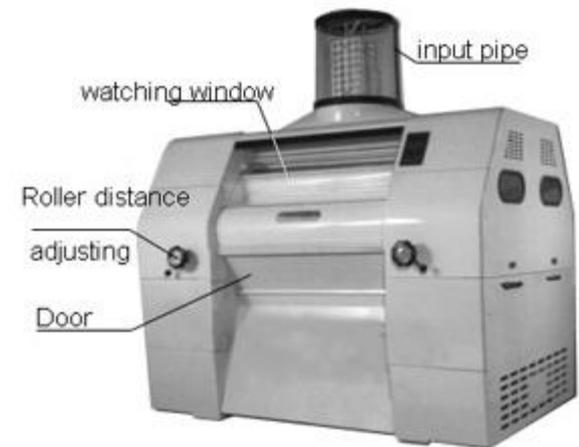
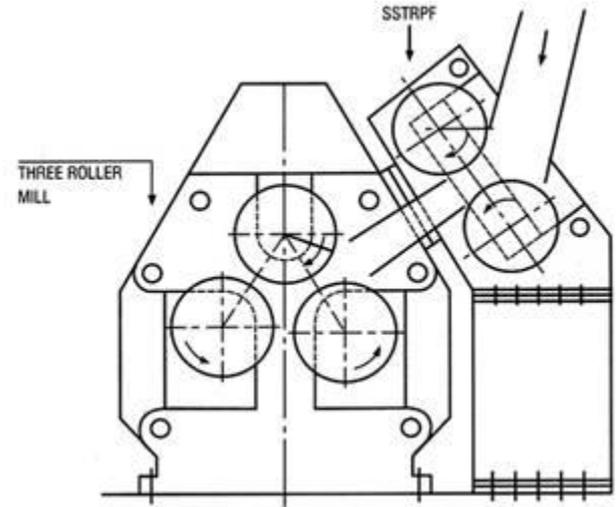
## *Attrezzature*

- Frantoi o frantumatori – servono per una macinazione preliminare grossolana
  - ✓ a mascella
  - ✓ rotativi
  - ✓ a cilindro dentato
  - ✓ a due cilindri dentati
- **Trituratori o Granitori – servono per pezzature più fini**
  - ✓ **a cilindri**
  - ✓ **molazza**
  - ✓ **a pioli**
- Polverizzatori o Finitori – servono per ottenere polveri molto fini partendo da materiali già pre-macinati
  - ✓ a palmenti
  - ✓ finitore a cilindri
  - ✓ centrifugo
  - ✓ a palle

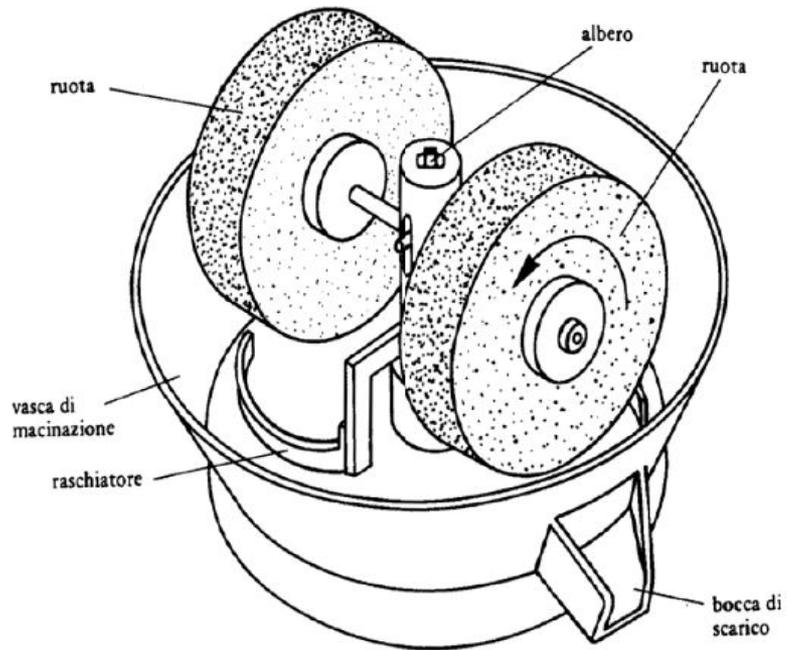
## *Molini a cilindri*



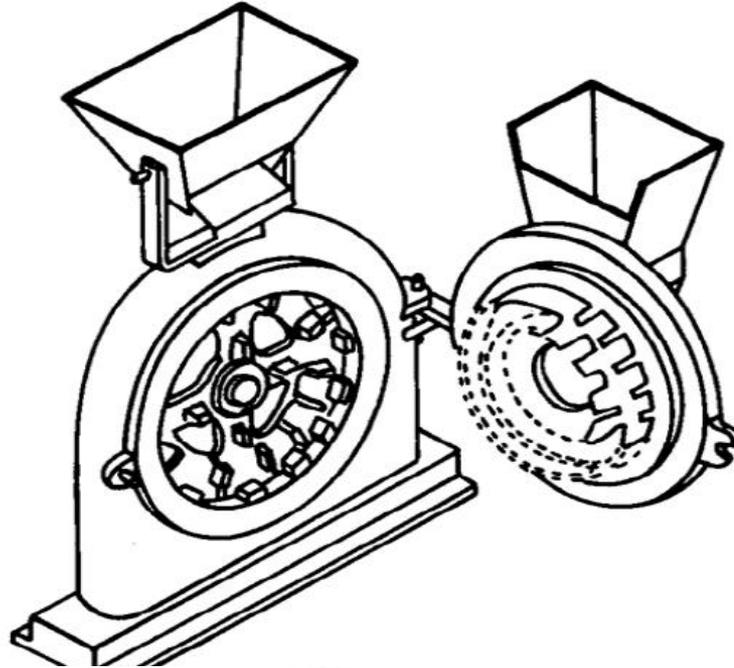
La superficie dei cilindri è liscia per pietre e minerali duri, a scanalature elicoidali per cereali, rigata o dentata per carboni e per argilla. Nel caso di materiali plastici per allontanare le parti che, fissandosi sulle pareti dei cilindri, impedirebbero la macinazione, i cilindri sono muniti di opportuni raschiatori.



## *Molini a molazze*



## *Molini a pioli* *Hammer mill*







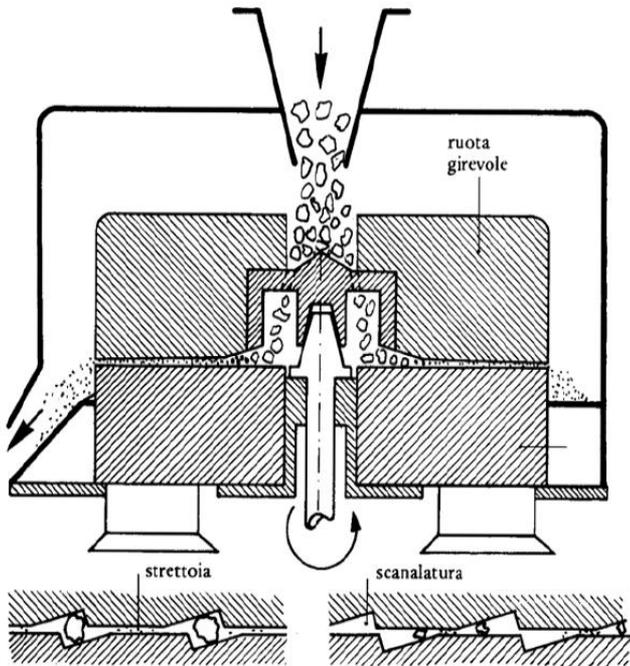


DISAFA  
Università degli studi di Torino

## *Attrezzature*

- Frantoi o frantumatori – servono per una macinazione preliminare grossolana
  - ✓ a mascella
  - ✓ rotativi
  - ✓ a cilindro dentato
  - ✓ a due cilindri dentati
- Trituratori o Granitori – servono per pezzature più fini
  - ✓ a cilindri
  - ✓ molazza
  - ✓ a pioli
- **Polverizzatori o Finitori – servono per ottenere polveri molto fini partendo da materiali già pre-macinati**
  - ✓ **a palmenti**
  - ✓ **finitore a cilindri**
  - ✓ **centrifugo**
  - ✓ **a palle**

## *Molino a palmenti* *Stone mill*



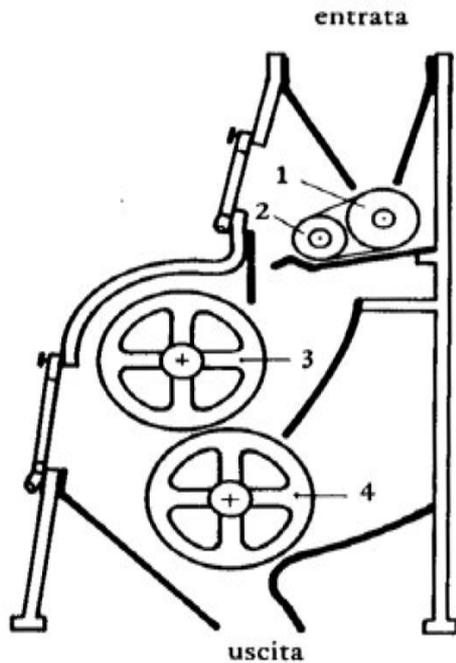
**Il mulino a palmenti è tra i più antichi tipi di mulino ed è largamente usato per macinare semi, pigmenti, colori, cosmetici e prodotti farmaceutici.**





DISAFA  
Università degli studi di Torino

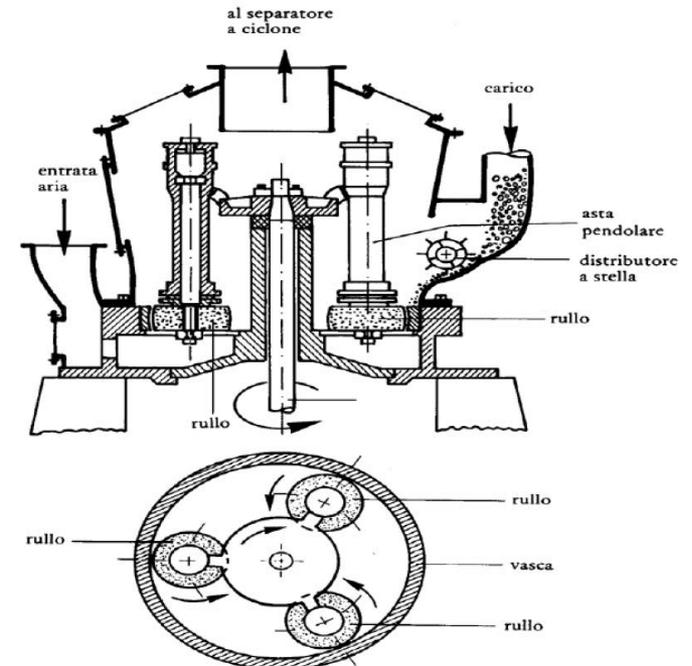
## *Molino finitore a cilindri*



1-2 cilindri di distribuzione

3-4 cilindri macinanti

## *Molino centrifugo*



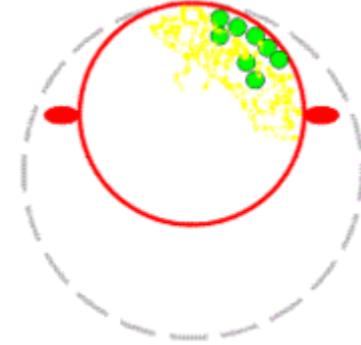
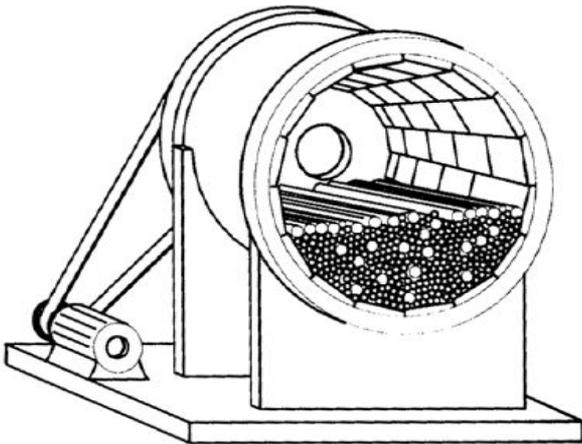
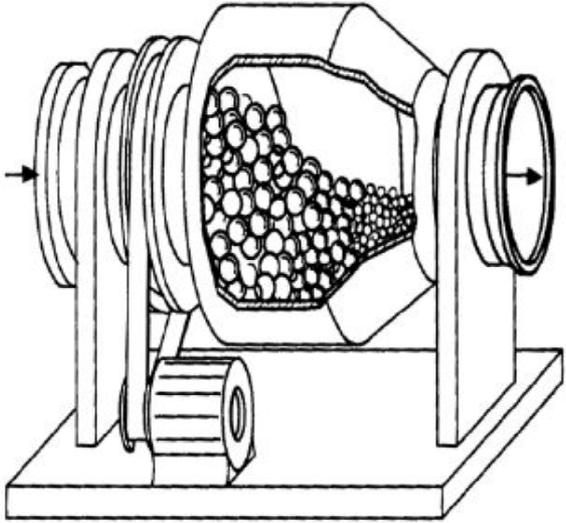
Per ottenere polveri molto fini, partendo da materiale pre-macinato, vengono diminuite le distanze fra i due cilindri che, per questa fase dell'operazione, presentano le superfici lisce.

I mulini a forza centrifuga sono particolarmente adatti per polverizzare carboni, ma sono usati anche nelle tecnologie dei cementi, delle fosforiti ed ossa e delle polveri pesticide.



DISAFA  
Università degli studi di Torino

# *Molino a palle* *Ball mill*



- 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



**2153.040:**  
maglia da 4 fori per 2,5 cm



**2153.042:**  
maglia da 20 fori per 2,5 cm

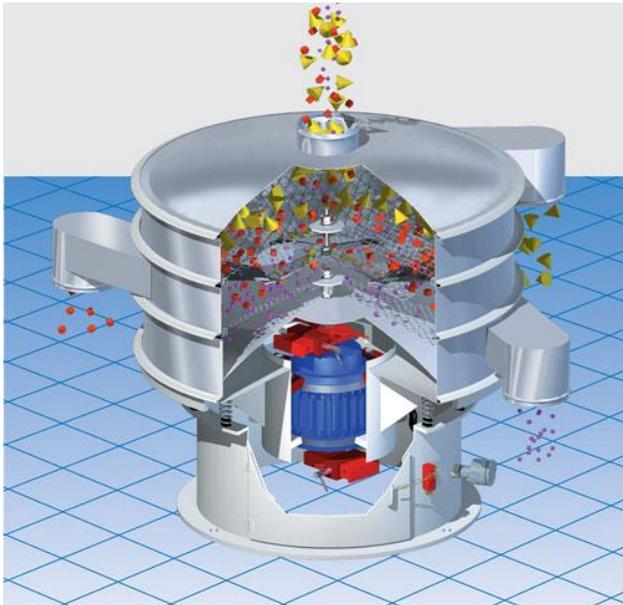
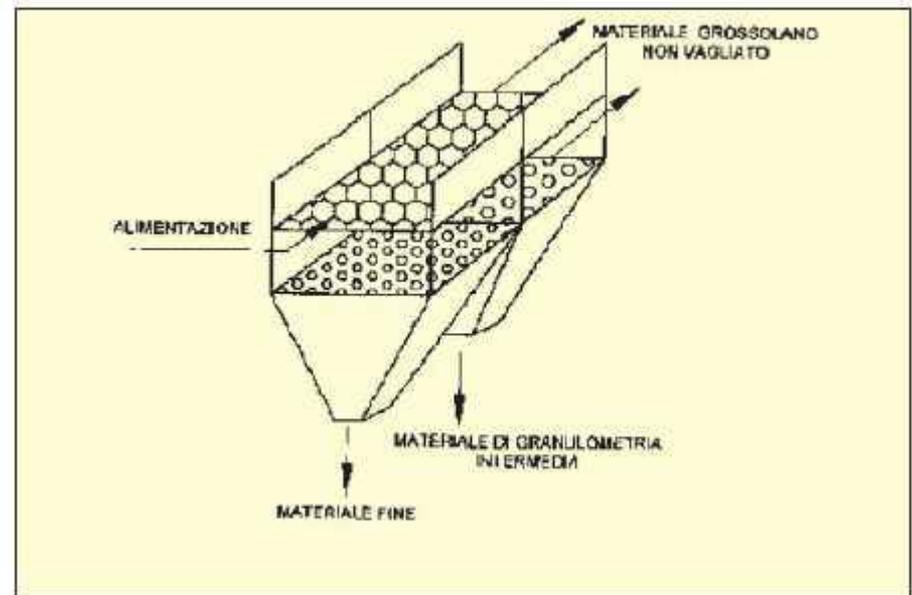


**2153.041:**  
maglia da 10 fori per 2,5 cm

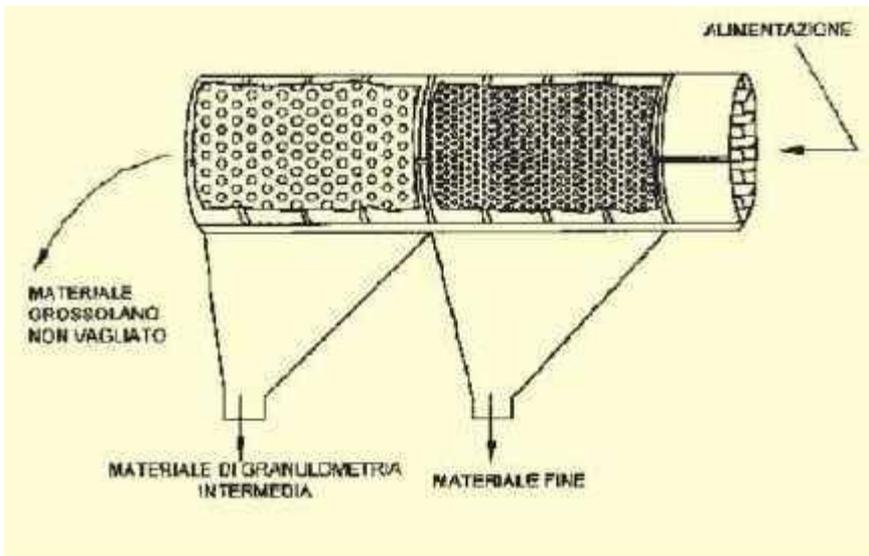
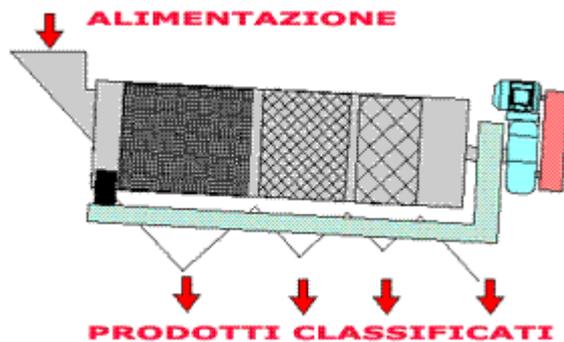


dim griglia (mm)	BSS	Tyler	US
		approx	
3.35	5	6	
2.81	6	7	
2.41	7		8
2.06	8	9	10
1.68	10		12
1.40	12		14
1.20	14		16
1.00	16		18
0.853	18	20	
0.699	22	24	25
0.599	25	28	30
0.500	30	32	35
0.422	36	35	40
0.353	44	48	50
0.295	52		
0.251	60		

***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

