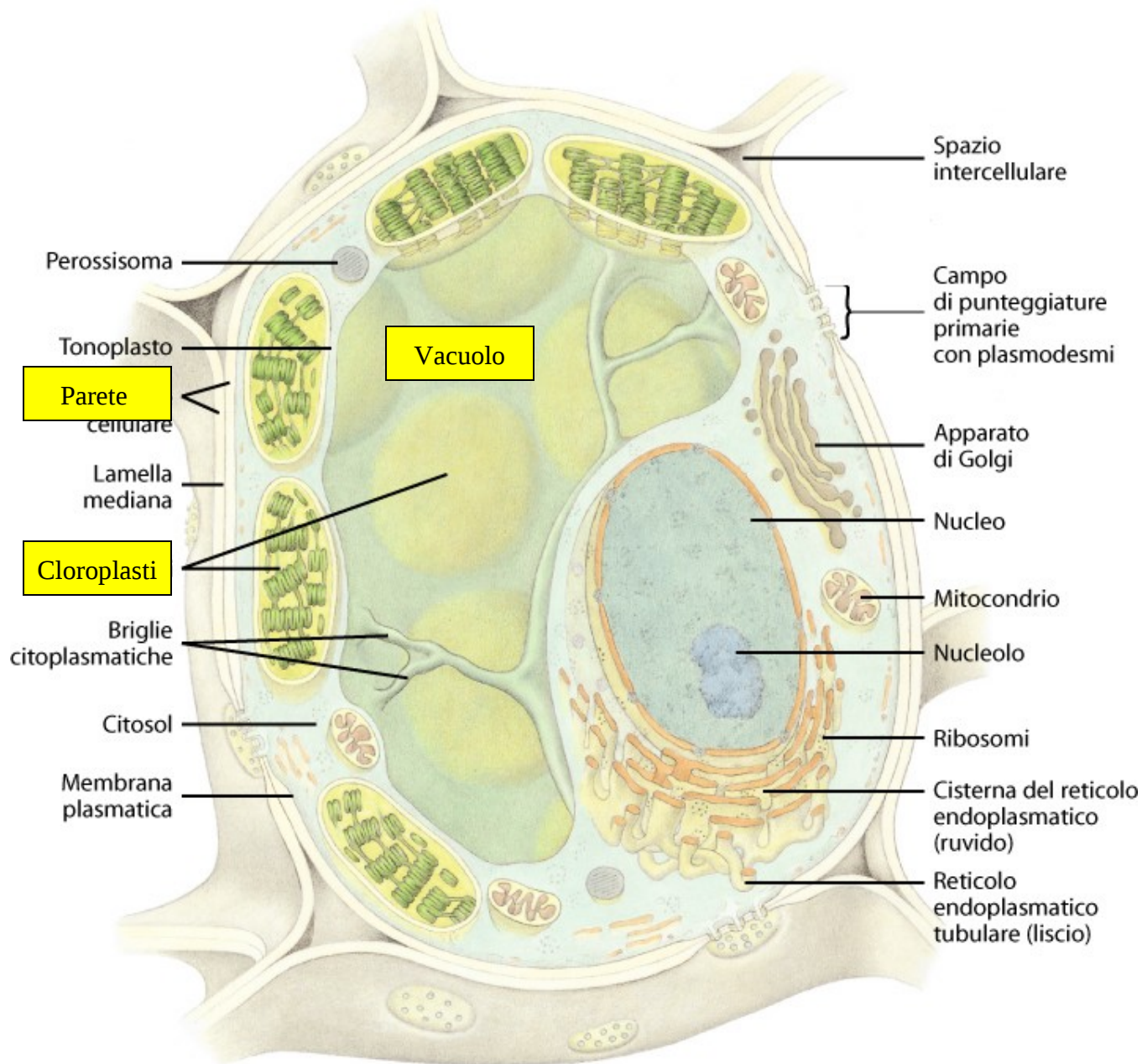


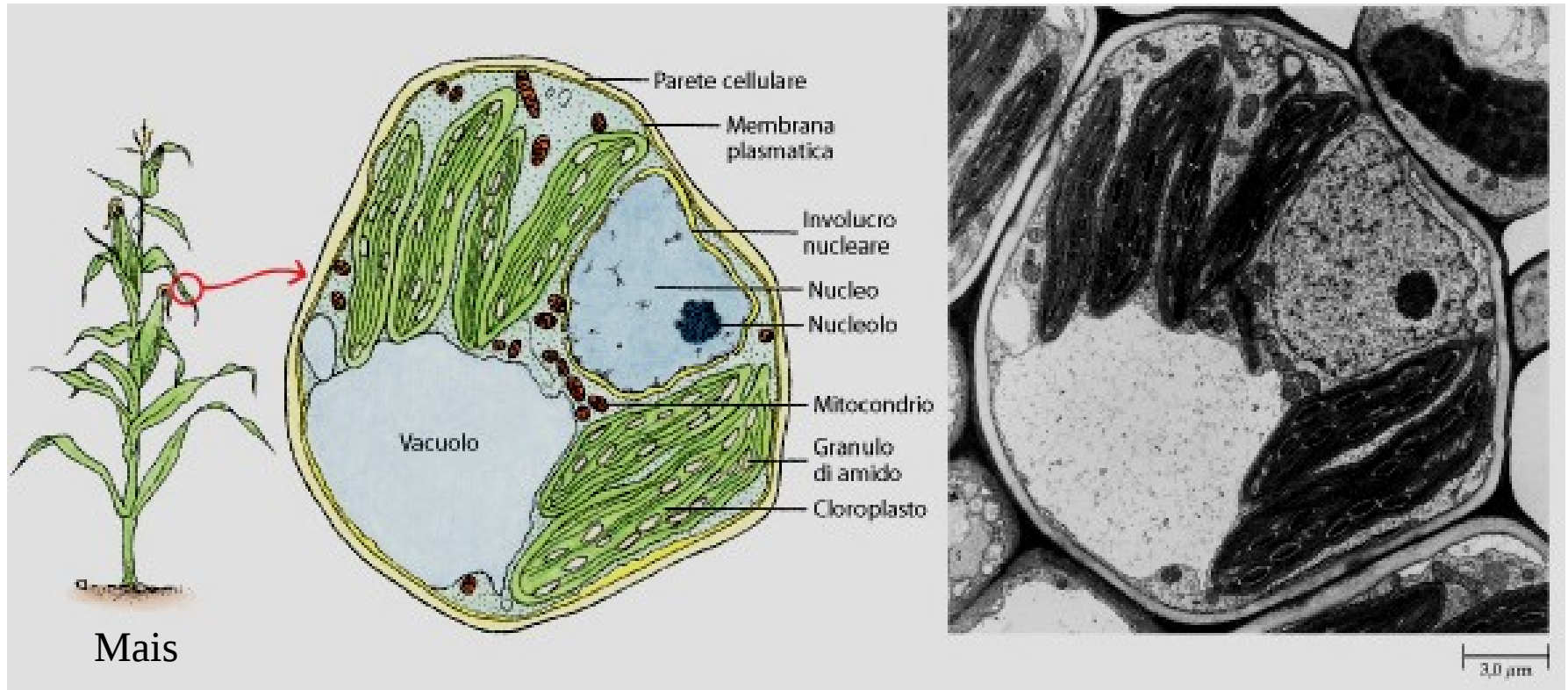
La cellula vegetale



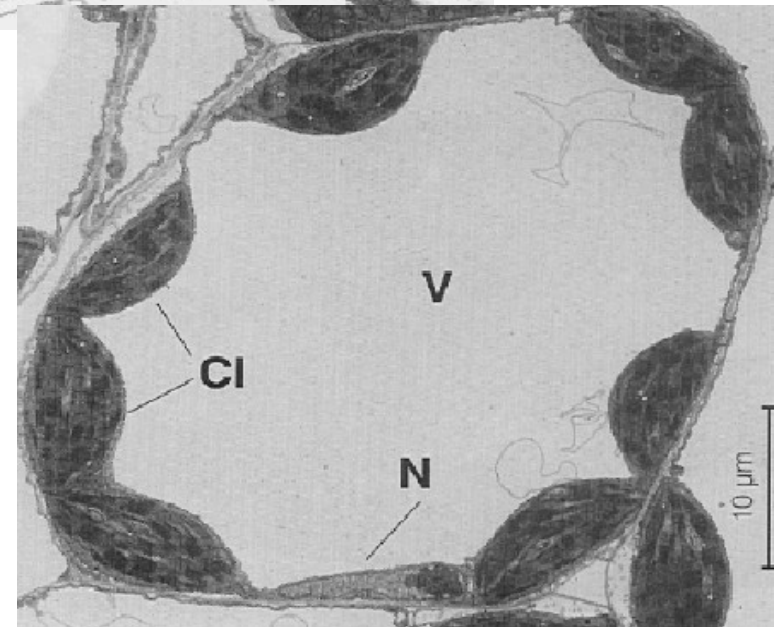
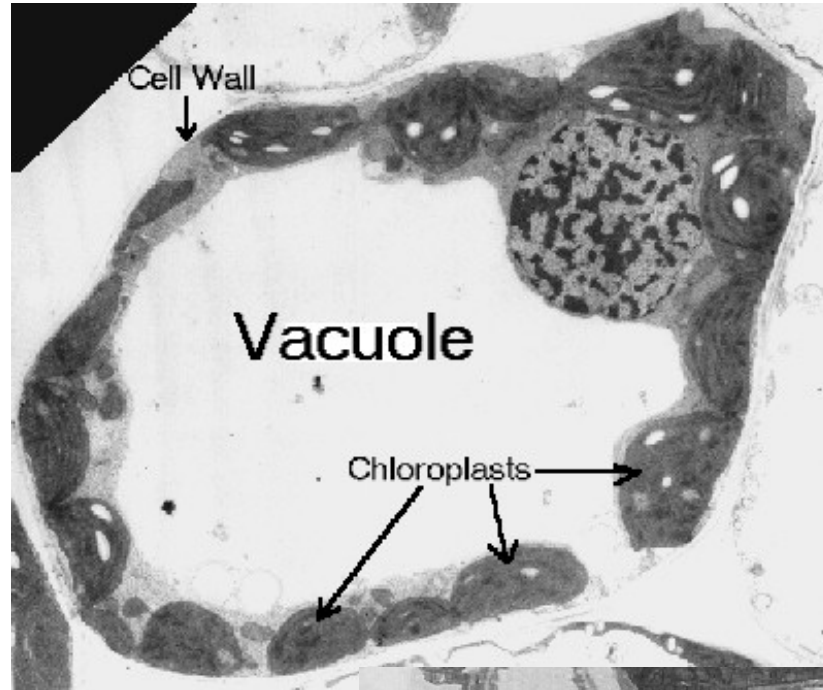
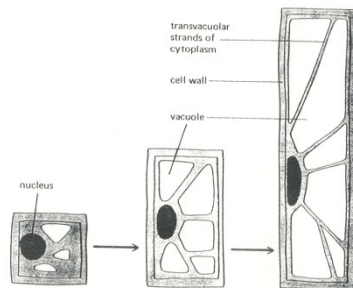
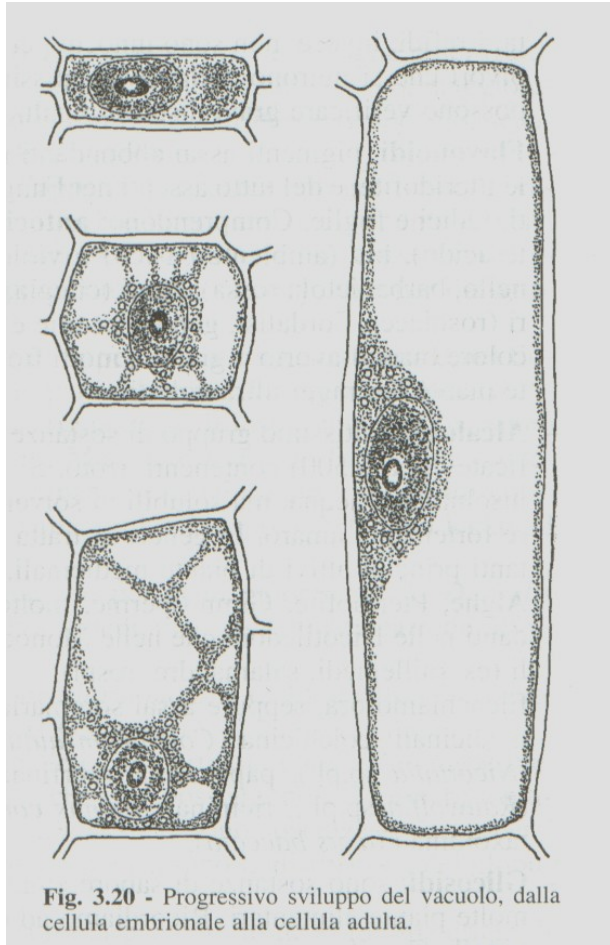
Il vacuolo

Organulo delimitato da una membrana semipermeabile (= **Tonoplasto**) e contenente un **succo cellulare** di composizione variabile con eventualmente inclusi solidi

Struttura dinamica



Numero di vacuoli variabile con funzioni differenti



Numero di vacuoli variabile con funzioni differenti

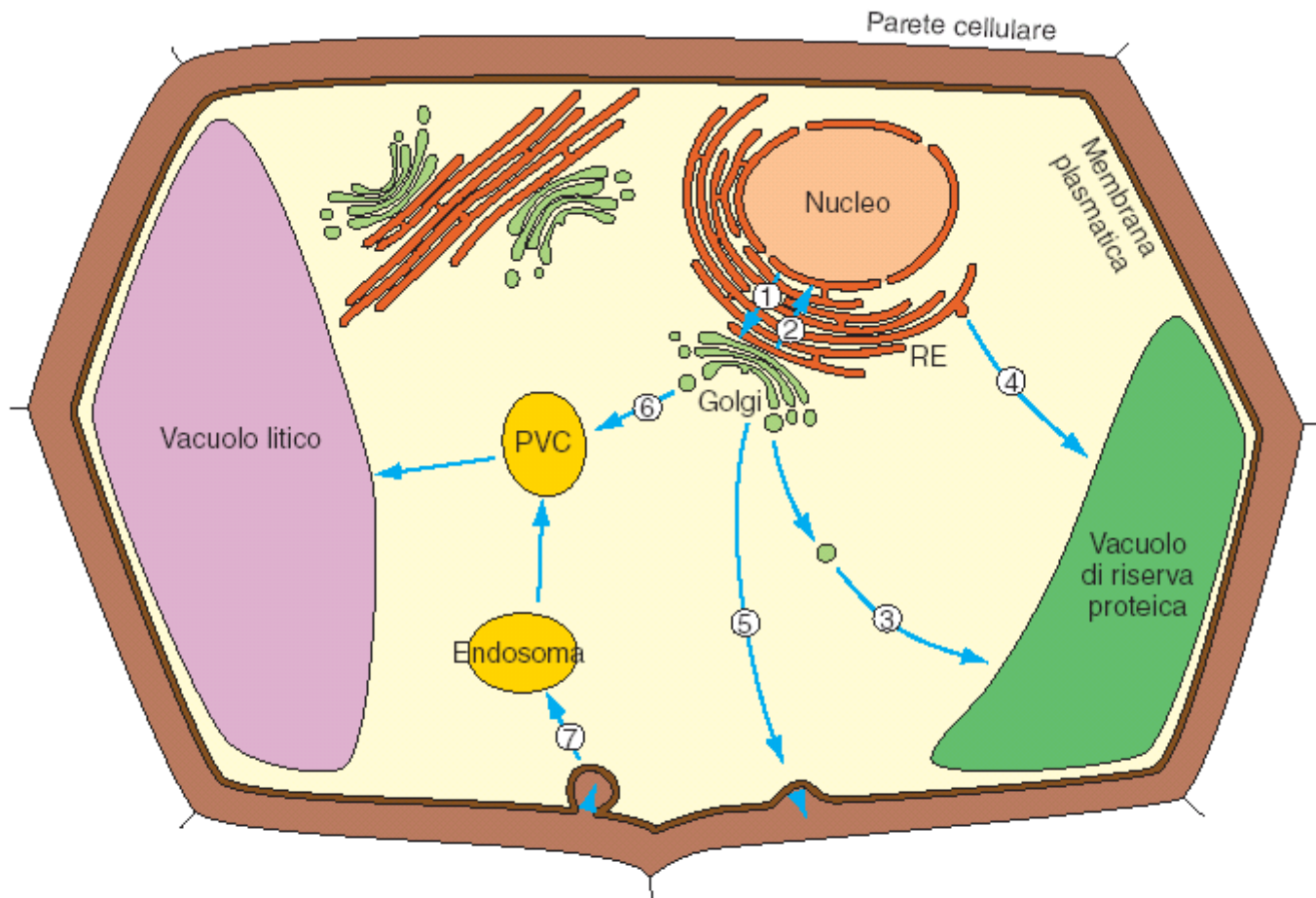
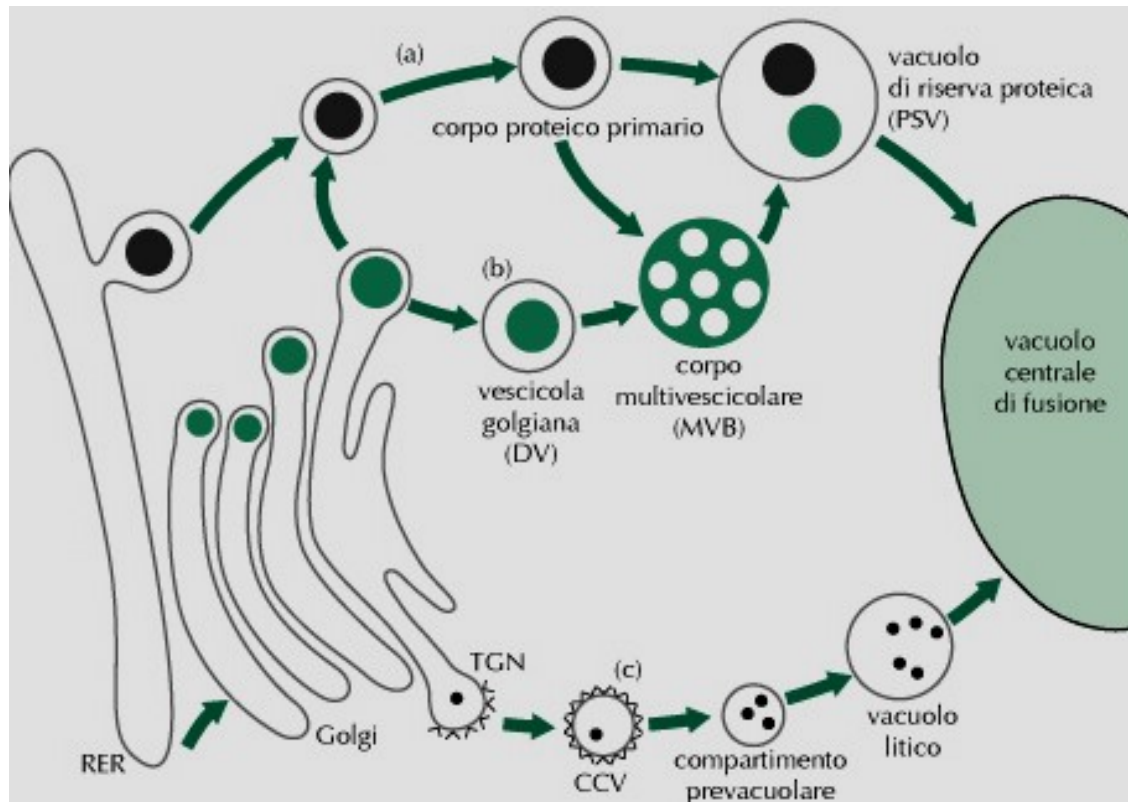


Figura 4.19

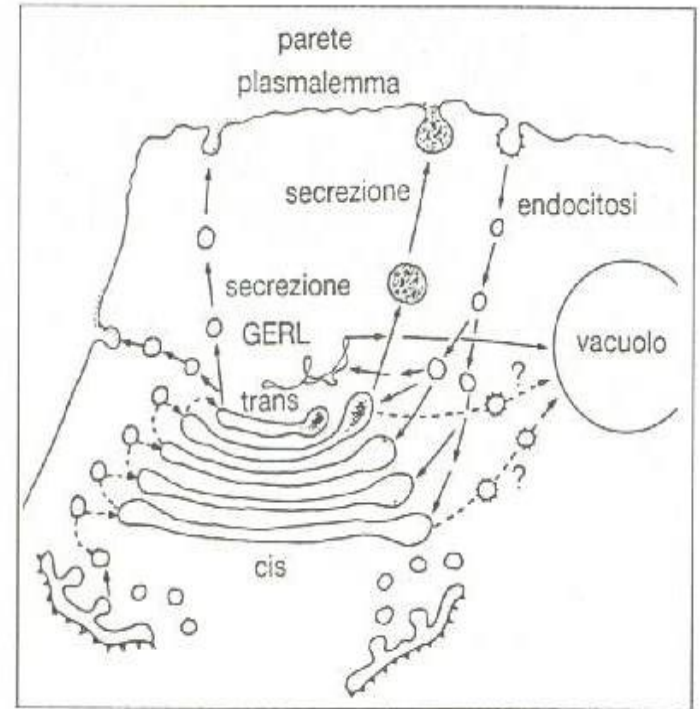
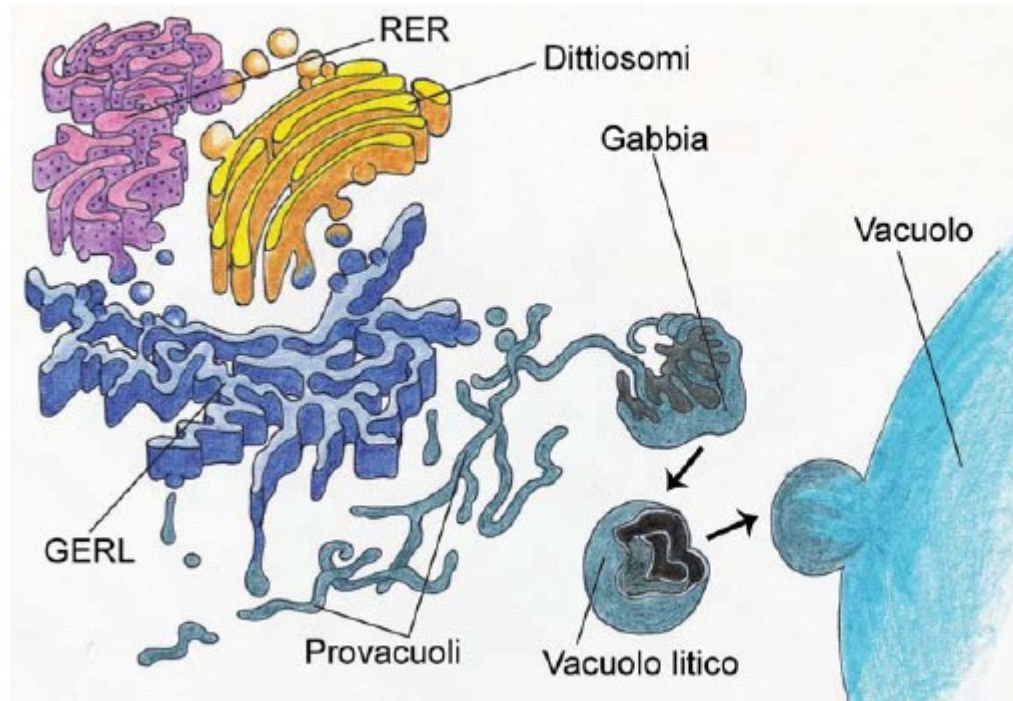
Vie di trasporto tra i compartimenti del sistema di endomembrane. 1. Trasporto di proteine dal reticolo endoplasmatico (RE) all'apparato di Golgi. 2. Recupero di proteine residenti nel RE. 3. Trasporto di proteine dall'apparato di Golgi al vacuolo di riserva proteica. 4. Trasporto diretto di alcune proteine dal RE al vacuolo di riserva proteica. 5. Trasporto di proteine di secrezione alla membrana plasmatica (esocitosi). 6. Trasporto di proteine dirette al vacuolo litico attraverso il compartimento provacuolare (PVC). 7. Internalizzazione di materiale extracellulare e proteine di membrana (endocitosi), che coinvolge un putativo endosoma, il PVC e il vacuolo litico (da F. Brandizzi, C. Hawes, 2004, modificata).

Origine del vacuolo

Vacuolo: puo' essere considerato come una componente del sistema di endomembrane cellulari



Hp:origine autofagica



GERL: Golgi, reticolo endoplasmatico ruvido, lisosomi

Hp:origine autofagica

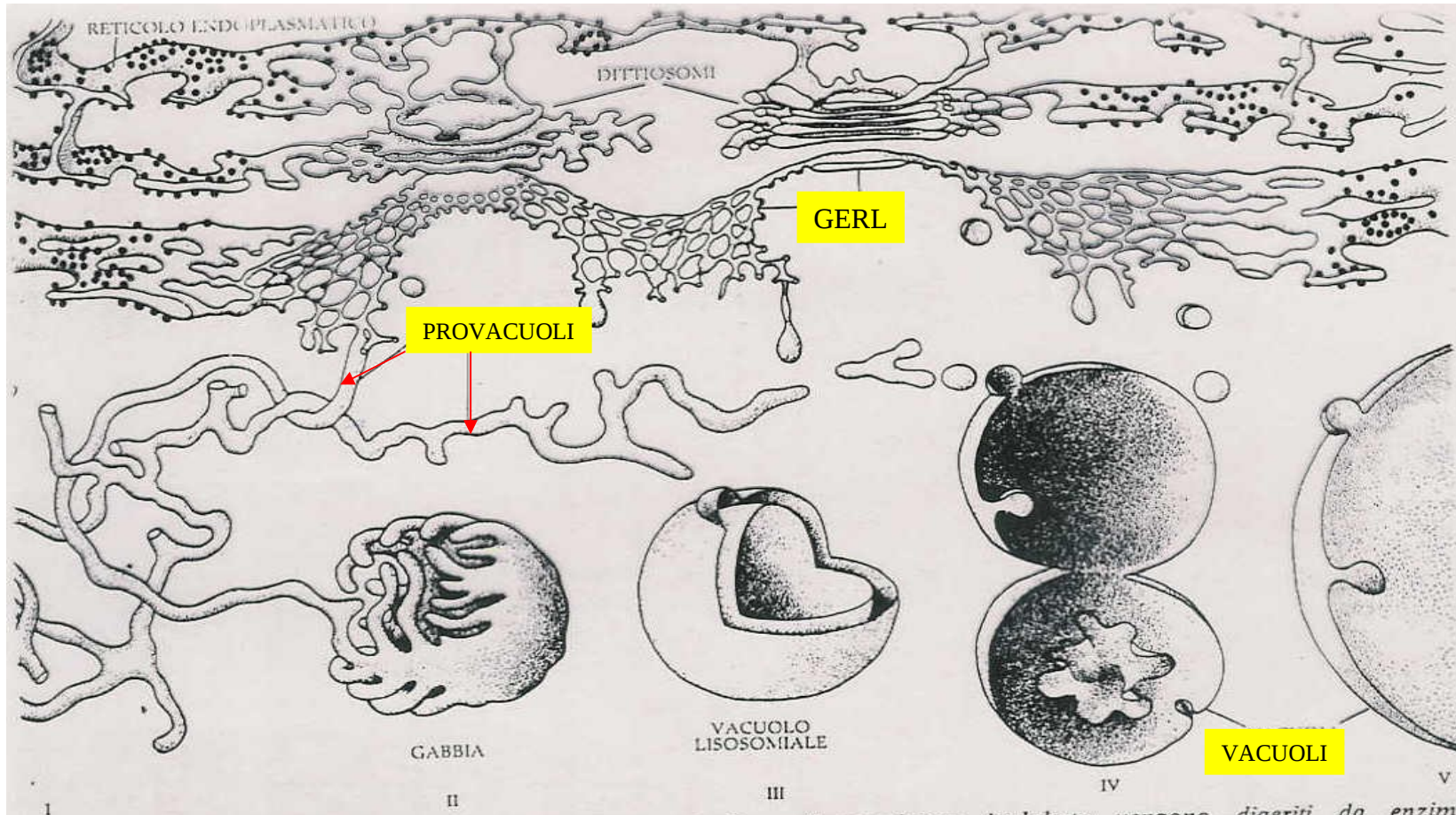


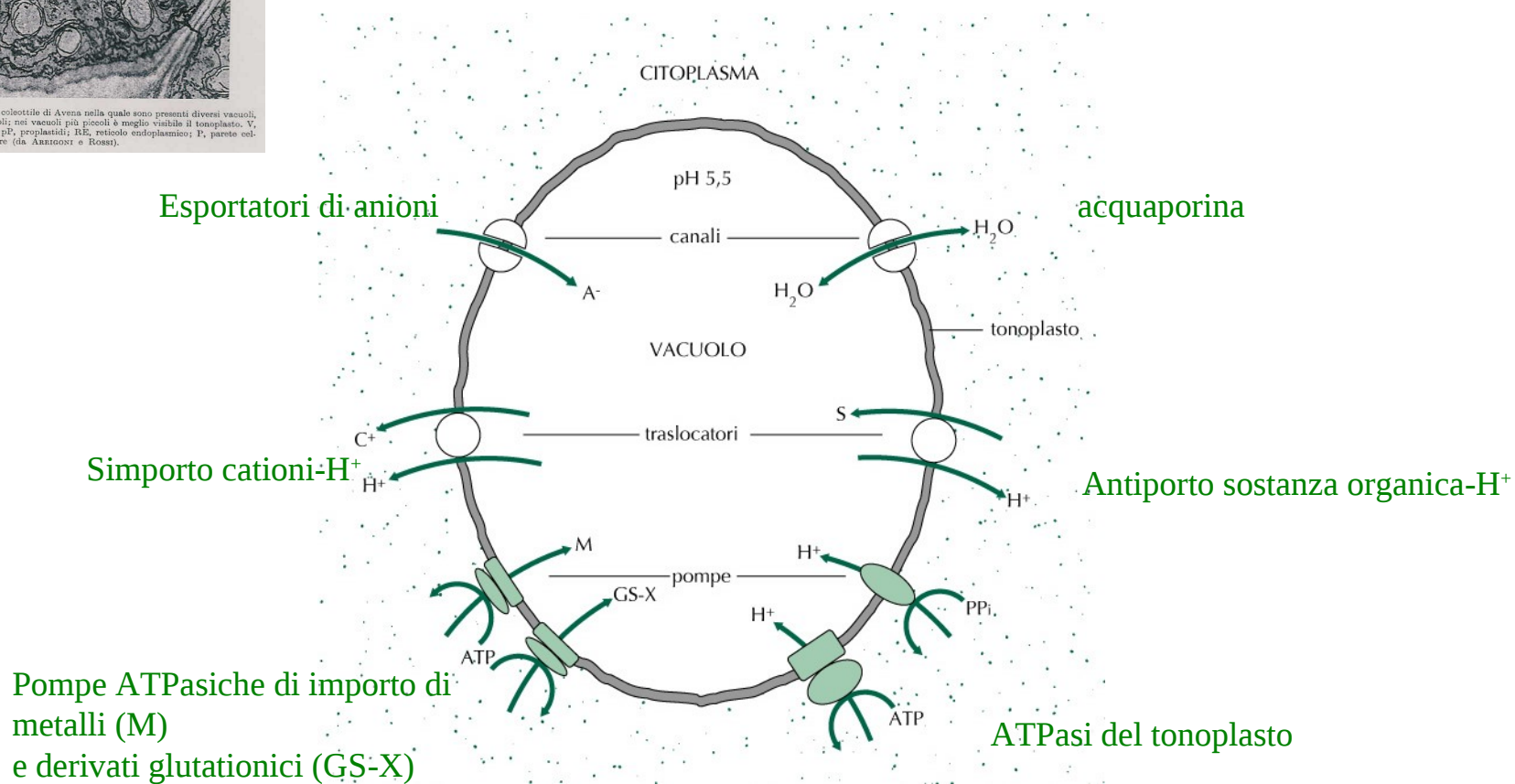
Figura 2.18. Stadi di formazione dei vacuoli secondo F. Marty. Inizialmente i provacuoli tubolari, che si originano dalle GERL sotto forma di vescicole a forma di pera, si ramificano, estendendosi in tutta la cellula (I). I provacuoli, poi, si avvolgono intorno a porzioni di citoplasma, come le sbarre di una gabbia (II). I tubuli di ciascuna gabbia, quindi si fondono, isolando completamente il citoplasma inglobato (III). Successivamente, la membrana interna della gabbia e

il citoplasma inglobato vengono digeriti da enzimi lisosomiali (IV). A questo punto gli enzimi digestivi vengono tenuti rigorosamente sotto controllo, all'interno di tubuli fusi. L'altra membrana della gabbia rimane intatta e perciò, le attività digestive sono confinate nel vacuolo in via di sviluppo. Una volta formati, i numerosi piccoli vacuoli si fondono (V), dando origine, alla fine, a uno o più vacuoli grandi, caratteristici della cellula vegetale matura.



Fig. 4.1 - Cellula parenchimatosa di coleotile di Avena nella quale sono presenti diversi vacuoli, uno più grande e parecchi più piccoli; nei vacuoli più piccoli è meglio visibile il tonoplasto. V, vacuolo; M, mitochondri; G, Golgi; pP, proplastidi; RE, reticolo endoplasmico; P, parete cellulare (da Antonucci e Rossi).

- Tonoplasto:**
- membrana semipermeabile
 - spessore 7-10 nm
 - regolazione scambi tra vacuolo-citoplasma
 - diverse proteine (es. acquaporine) a secondo del tipo di vacuolo



Sostanze che possono essere contenute nel succo cellulare

(Soluzione a pH generalmente acido)

(in soluzione o allo stato solido, non tutte presenti contemporaneamente!
Inoltre ci possono essere vacuoli specializzati con un solo tipo di sostanze)

(1) Sostanze di riserva ed enzimi idrolitici

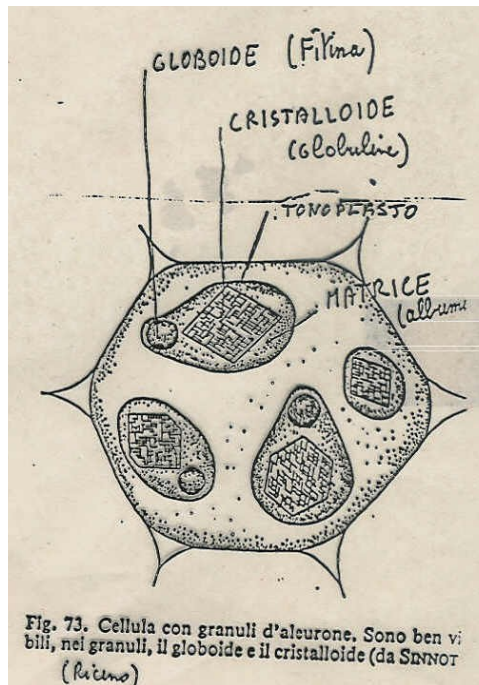
- acqua
- sali inorganici K^+ , Mg^{++} , Cl^- , NO_3^- , ecc.; la composizione dipende anche dal terreno su cui la pianta vive
- acidi organici p.es. acido citrico (limone)
acido malico (frutti acerbi, piante succulente)
- carboidrati
 - monosaccaridi glucosio, fruttosio (frutti)
 - disaccaridi saccarosio (glucosio-fruttosio) (radice di barbabietola, fusto di canna da zucchero)
 - polisaccaridi inulina (polimero del fruttosio) Composite
mucillagini (grande affinità per l'acqua)
- amminoacidi
- proteine di riserva
enzimatiche (idrolitiche)
- lipidi



Nel seme: in seguito a disidratazione le proteine sono presenti sotto forma di
GRANULI DI ALEURONE (diametro: 3-20 μm)

- durante maturazione seme: accumulo di proteine di riserva nel vacuolo
- durante disidratazione seme: precipitazione proteine (frazionata) secondo il loro grado di solubilità

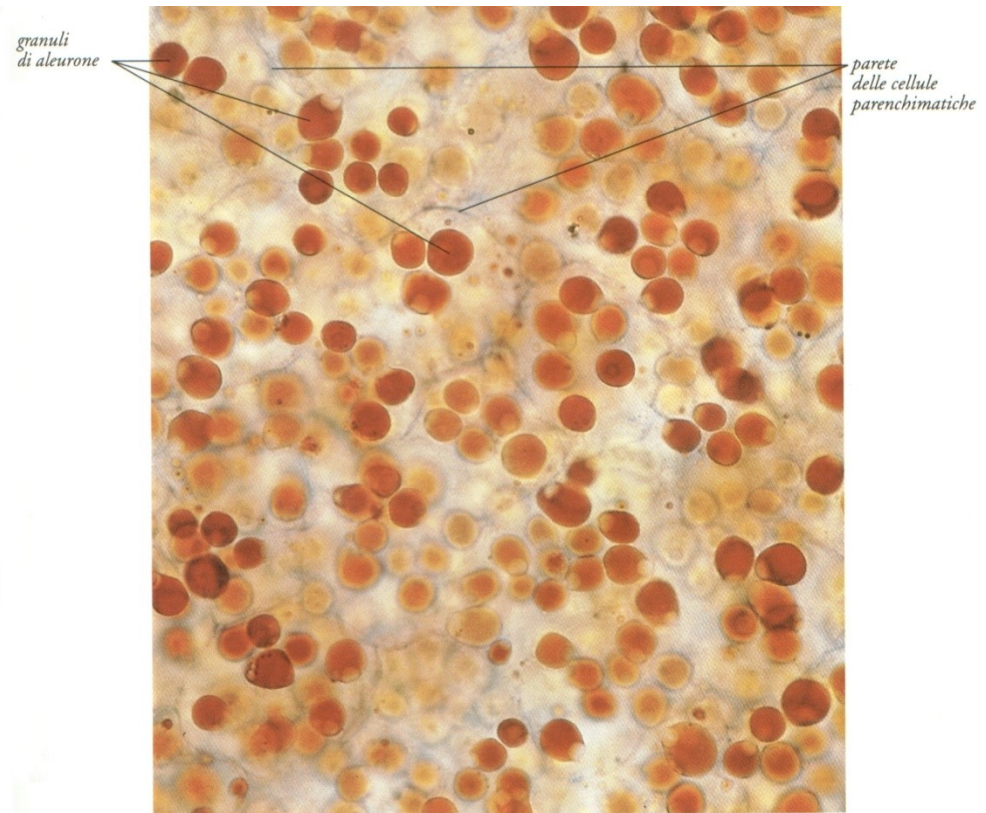
Es. nel ricino



Globoide: fitina (non proteica sale di Ca^{++} e Mg^{++} dell'inositolo esaforico)

Cristalloide: proteine globulari

Matrice amorfa: albumine (proteine più solubili)

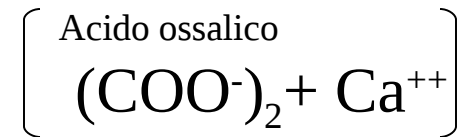


125 Parenchima di riserva nel seme di ricino (*Ricinus communis* L., fam. Euphorbiaceae). Sezione trasversale. x 400 (580)

Nei semi vengono concentrati notevoli quantitativi di sostanze di riserva, diversamente dislocate a seconda del tipo di seme (cotiledoni, endosperma, perisperma). Nel ricino, ad esempio, la sede principale delle riserve è l'endosperma, che contiene soprattutto goccioline di olii nel citoplasma, e proteine: queste ultime si trovano, in forma solida, entro vacuoli specializzati detti granuli di aleurone.

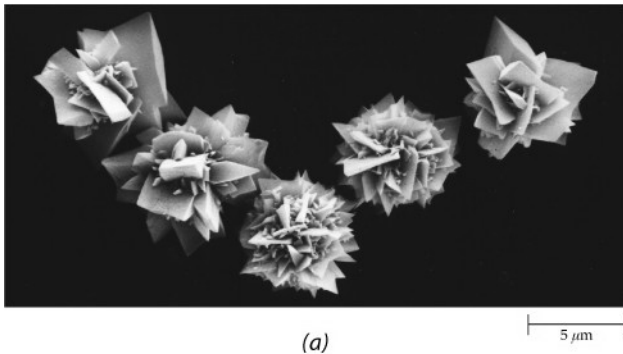
(2) Inclusi solidi

-cristalli di ossalato di calcio $\text{Ca}(\text{COO})_2$
(sale insolubile)



I precipitati di ossalato di calcio assumono diverse forme a secondo del tessuto e della pianta:

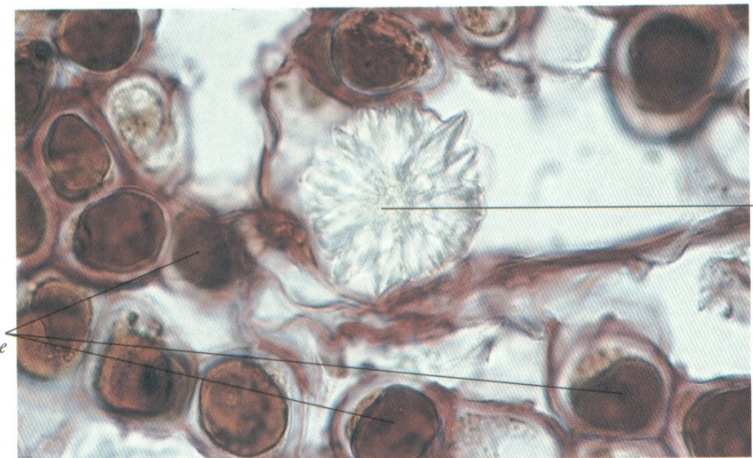
(a) DRUSE (generalmente nelle dicotiledoni)
forma a “stella”



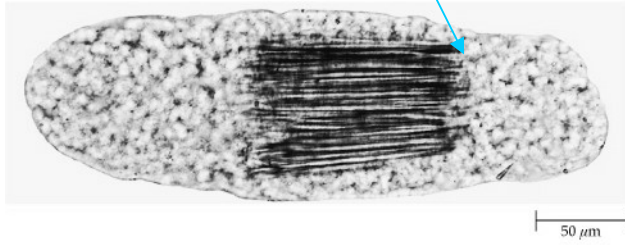
Cellule epidermiche di *Cercis canadensis*



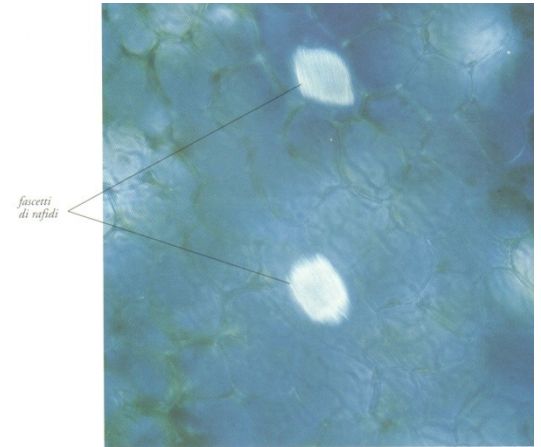
cellule
parenchimatice



(b) RAFIDI (generalmente nelle monocotiledoni ma anche in qualche dicotiledone)
fasci di “aggetti”



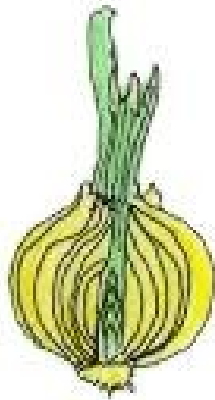
Cellula di una foglia di *Sansevieria*



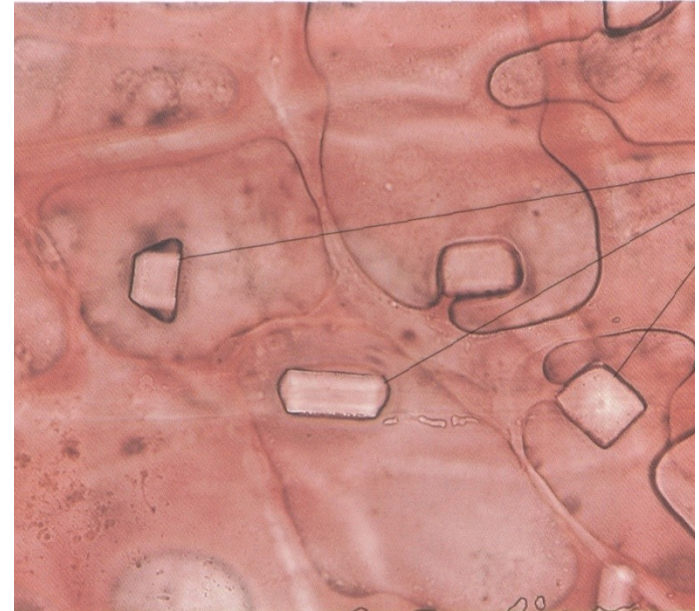
55

56 Rafidi nella foglia di lenticchia d'acqua (*Lemna minor* L., fam. Lemnaceae).

(c) STILOIDI (nelle monocotiledoni)
“prismi”



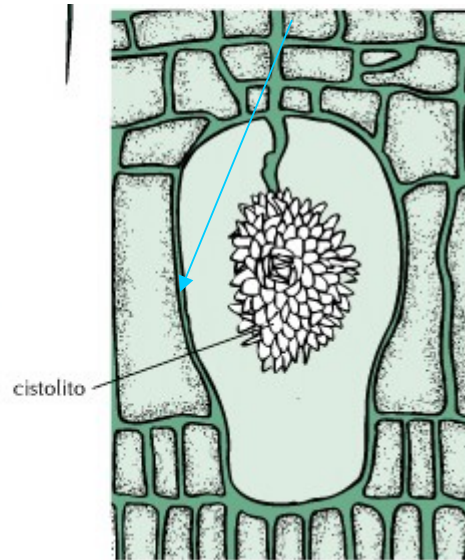
Nei catafilli esterni del bulbo di cipolla (Liliaceae)



59

60 Stiloidi nei catafilli esterni del bulbo di cipolla (*Allium cepa*, fam. Liliaceae).

- Altri tipi di cristalli: formazioni calcaree (CaCO_3)



Epidermide fogliare di *Ficus elastica*. Una litocisti (idioblasto) contenente una formazione calcarea collegata alla parete

FUNZIONI DEGLI INCLUSI SOLIDI: non ancora ben definita => Hp:

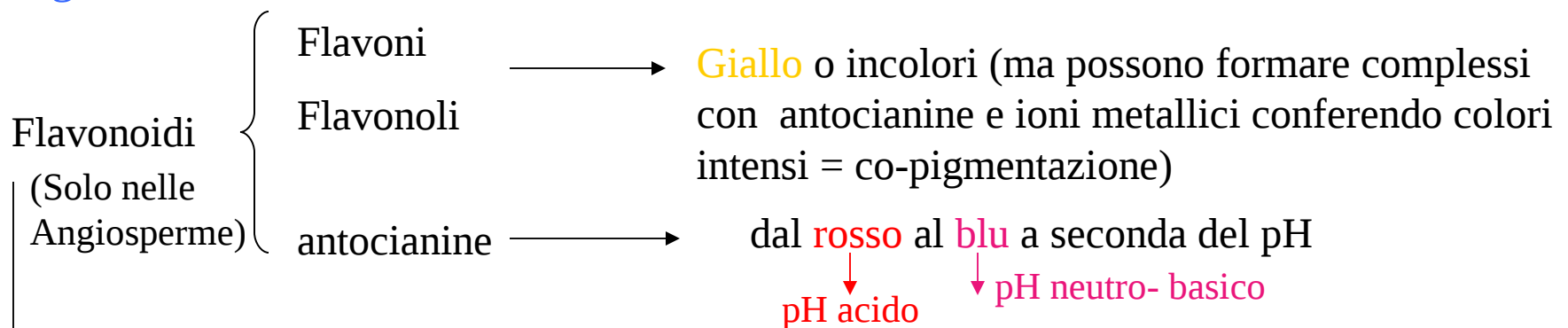
- via di detossificazione dall'eccesso di calcio (il calcio è accumulato generalmente nell'apoplasto, è presente solo in tracce nel citoplasma)
- Funzione difensiva (deterrente verso gli insetti)
- Funzione di sostegno per le foglie

(3) Metaboliti secondari

- Pigmenti (flavonoidi)
- Terpenoidi
- Alcaloidi

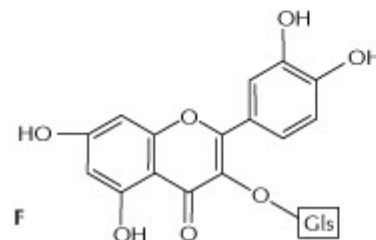


Pigmenti

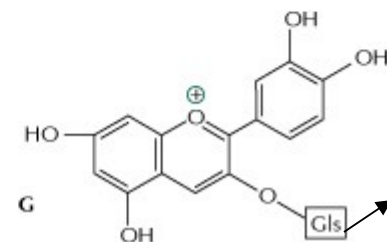


Derivati fenolici

Es:



Quercitina (flavonolo)

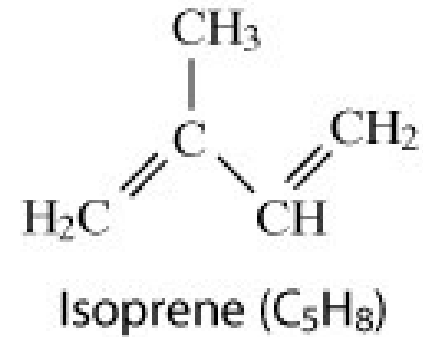


Zucchero che li rende solubili

Cianidina (antociano azzurro)

Terpenoidi

Sono polimeri dell'isoprene (molecola a 5 atomi di C)
(nelle foglie (es. alloro)
nei semi (es. pepe)
nei fiori (canfora, trementina)

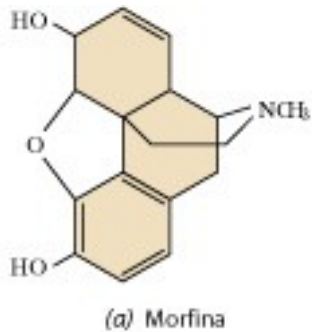


Es: monoterpeni (10 atomi C) e sesquiterpeni = olii essenziali (leggermente volatili)
nell'alloro
nella camomilla
nella *Mentha* (mentolo)

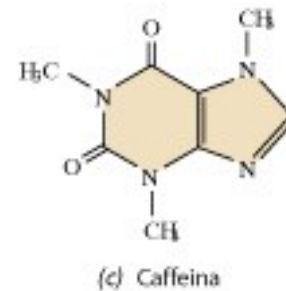
Funzioni dei terpenoidi del vacuolo: vessillare, di difesa

Alcaloidi

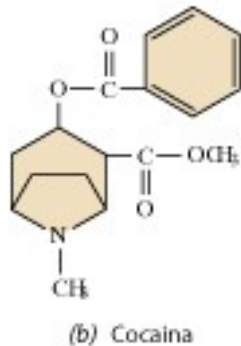
- Sostanze contenenti azoto (generalmente basi azotate) molto eterogenee
- Non si trovano nelle piante inferiori, rari in gimnosperme e monocotiledoni, più diffuse nelle dicotiledoni



Papavero da oppio



Chicchi del caffè



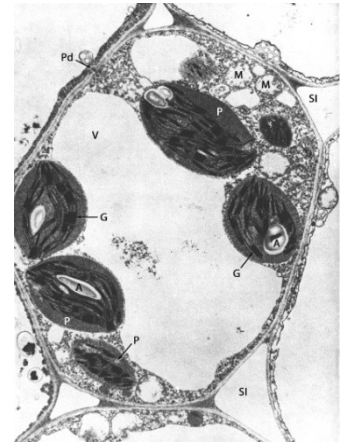
Foglie di coca



Tabacco



Funzioni del vacuolo



(1) Fa aumentare il rapporto Superficie /Volume (S/V) della cellula

(parentesi sul potenziale d'acqua)

(2) Funzione osmotica —————> Interviene nel bilancio idrico della pianta

turgore —————> Funzione di sostegno negli organi erbacei (fiori,foglie etc.)

(3) Funzione di riserva:

- riserva di acqua

- riserva di soluti (ioni, aa etc.)

—————> Funzione omeostatica

↓
•nella canna e nella barbabietola da zucchero: accumulo di zuccheri

•nei semi: -accumulo di proteine (corpi proteici)
 -accumulo di lipidi (sferosomi)

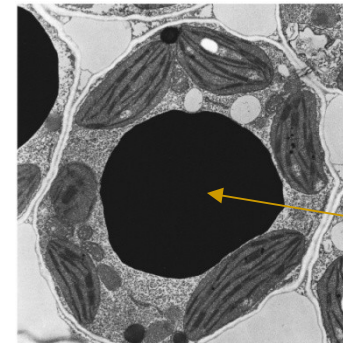
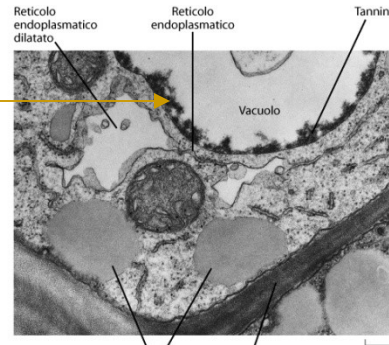
(4) Funzione detossificante del citoplasma (Es: le sostanze tossiche e i cataboliti vengono raccolti nel vacuolo)

(5) Funzione lisosomiale (attività idrolitica)

(6) Funzione di difesa —————> accumulo di sostanze ad es. tossiche per la difesa

Es: - tannini

Deterrente per erbivori ed insetti



Cellula di foglia di *Mimosa pudica*

Vacuolo pieno di tannini (sostanza opaca agli elettroni)

- alcaloidi



Pianta di tabacco contenente nicotina

- (7) Funzione vessillare —→ Attrazione di insetti, uccelli etc. grazie all'accumulo di:
- sostanze aromatiche (gradevoli per profumo e sapore)
 - pigmenti idrosolubili (flavonoidi e antociani)

Esempio:



Colore blu intenso dato dal pigmento:
commelina (complesso di flavoni,
antocianine e ioni magnesio)

(1) FUNZIONE: aumento rapporto S/V

DIVISIONE CELLULARE

DISTENSIONE CELLULARE

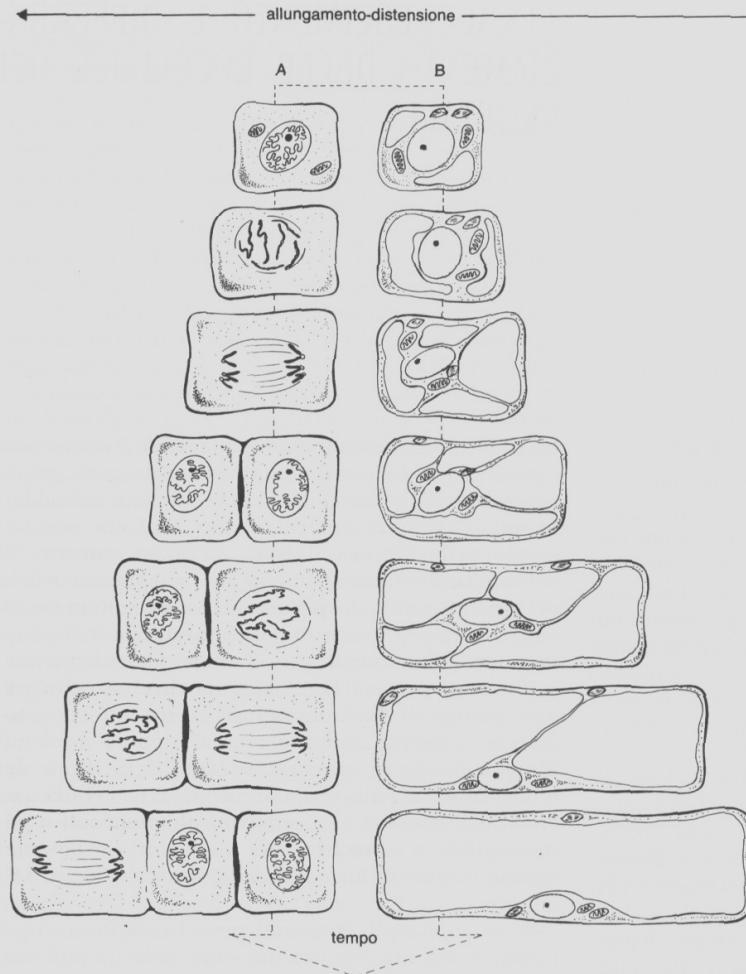
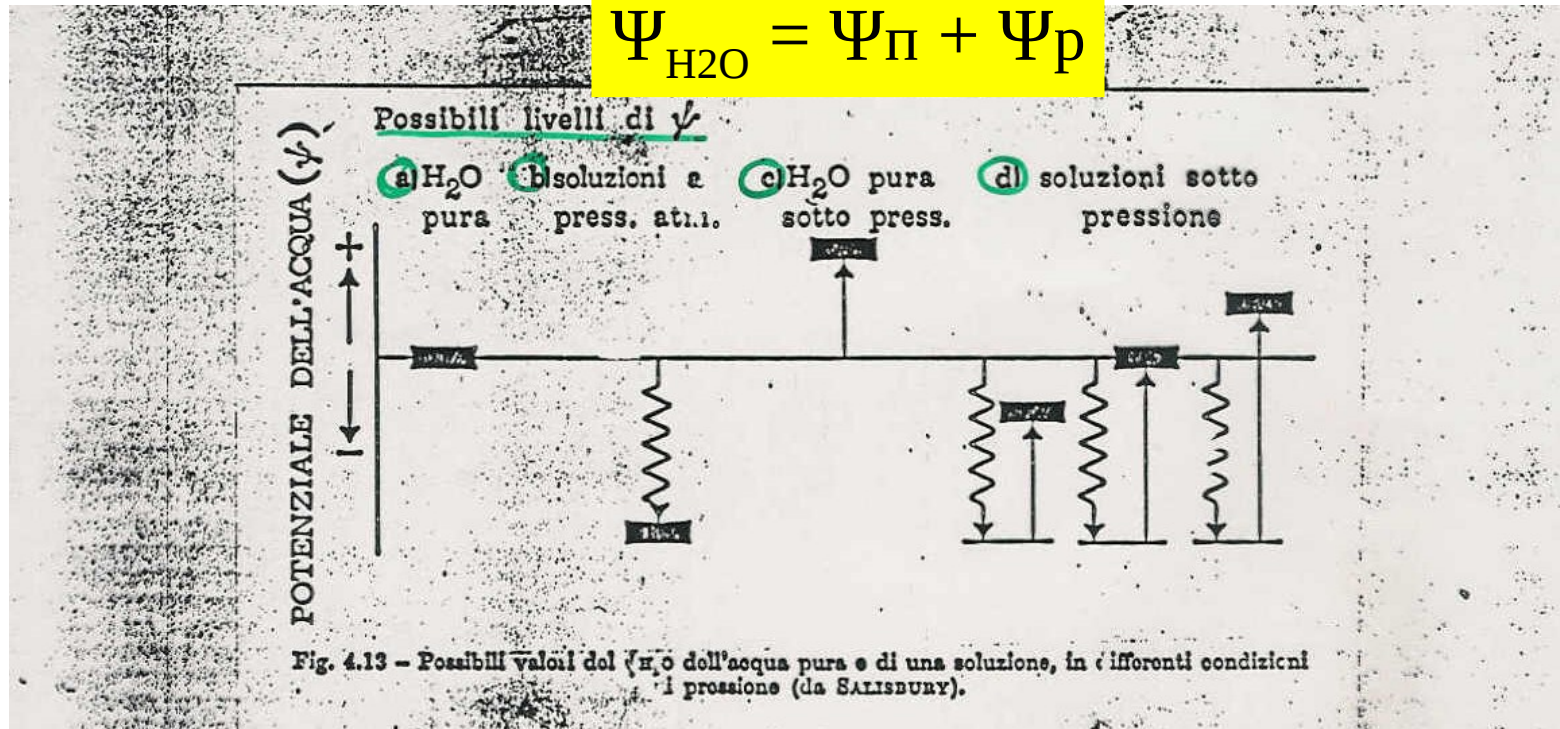


FIG. 13.1 • Rappresentazione schematica delle due modalità attraverso le quali si accrescono le cellule vegetali: A, accrescimento per divisione; B, accrescimento per distensione.

Potenziale d'acqua (Ψ) $\longrightarrow$ **esprime la capacità dell'acqua di compiere lavoro**

- Il potenziale dell'acqua pura a P atm viene preso convenzionalmente = 0
- Il potenziale d'acqua si misura in riferimento al potenziale dell'acqua pura a P atm (e alla stessa Temperatura).

$$\Psi_{H_2O} = \Psi_{\pi} + \Psi_p$$



- La presenza di soluti provoca un abbassamento di Ψ (il potenziale di una soluzione è sempre negativo)
- L'aumento della P provoca un aumento di Ψ
- La diminuzione della P (tensione) provoca una diminuzione di Ψ

Riassunto

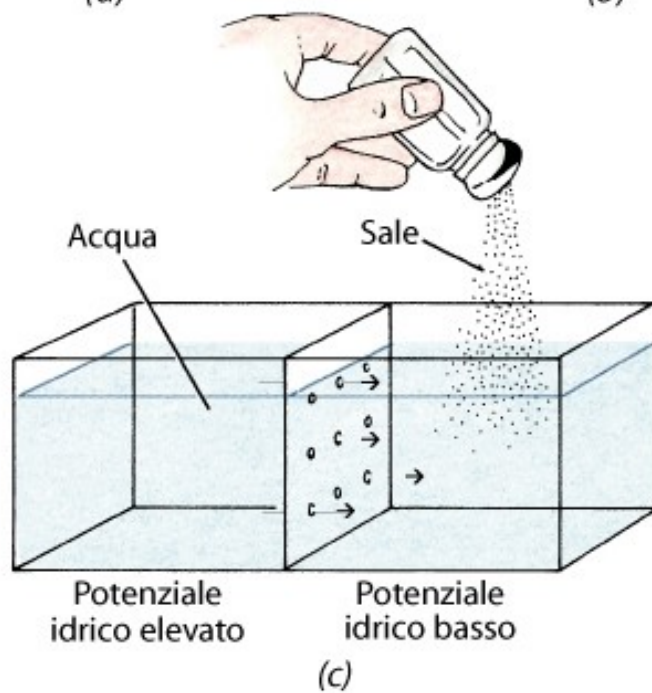
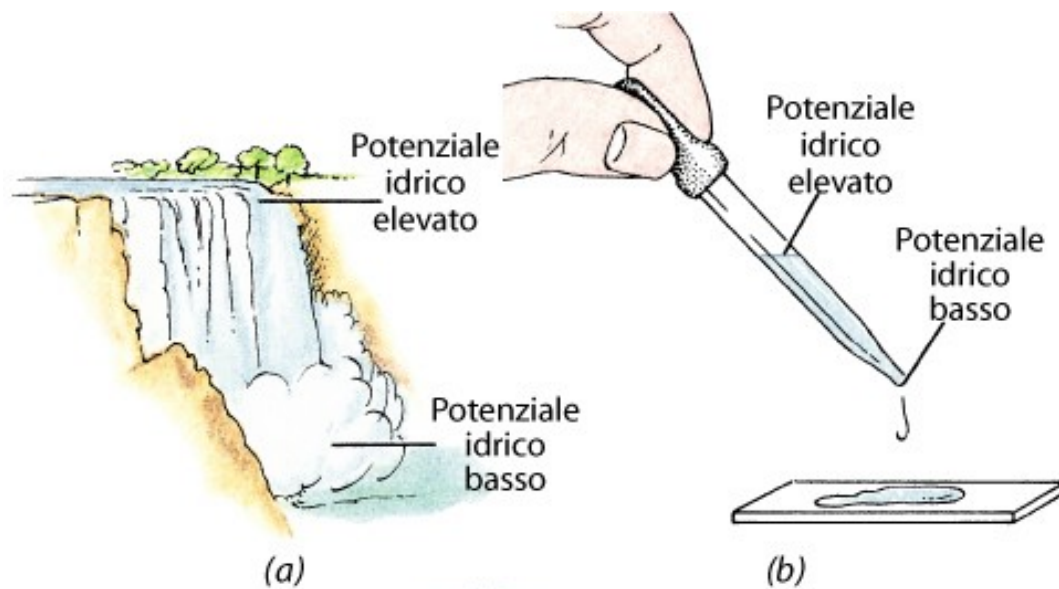
Per capire meglio il movimento dell'acqua è necessario introdurre il concetto di **POTENZIALE IDRICO (Ψ)**

$$\Psi = \Psi_{\pi} + \Psi_p + (\Psi_m)$$

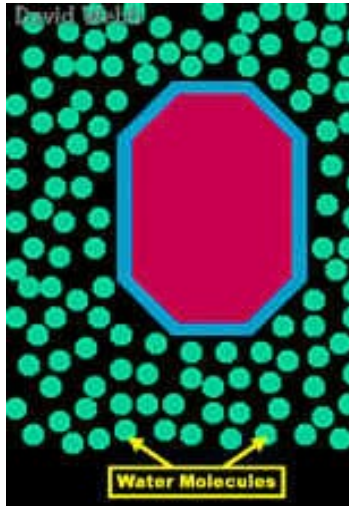
Ψ = Potenziale idrico

Ψ_{π} = Potenziale osmotico: E' dovuto alla presenza dei soluti e più soluti vi sono più il potenziale è negativo

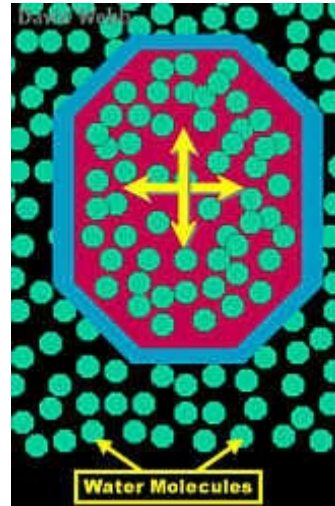
Ψ_p = Potenziale di pressione: Potenziale che si crea esercitando pressione sull'acqua
(Ψ_m = Potenziale di matrice: E' dovuto all'adsorbimento dell'acqua alle componenti solide come la parete cellulare, la membrana ecc. L'acqua adsorbita – legata non è più disponibile. In genere nel comparto cellulare tale fattore è trascurabile.)



Nelle cellule animali:



In this case a **Protoplast** is placed in Pure Water



As the water molecules enter the cell, its Volume Increases because there is no Cell Wall to constrain it.

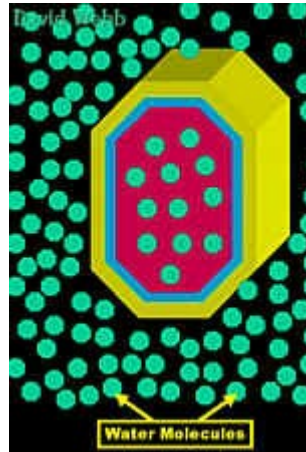


As the Volume increases, it bursts because the Plasmalemma & Tonoplast are not strong enough to constrain the cell's contents.

Nelle cellule vegetali:



Let us Imagine that a **Cell** which has little water in its Vacuole is placed into Pure Water. The Water molecules will diffuse into the Cell's Vacuole to establish an equilibrium.



Some water Molecules have entered the Vacuole



Many Water Molecules have entered the Vacuole. Because the Cell Wall is rigid, the Volume of the Vacuole can not increase. Consequently, the entrance of water molecules causes a pressure to develop in the Vacuole. This is **Turgor Pressure.**

$$\Psi_{H_2O} = \Psi_{\pi} + \Psi_p$$

NELLA DISTENSIONE:

