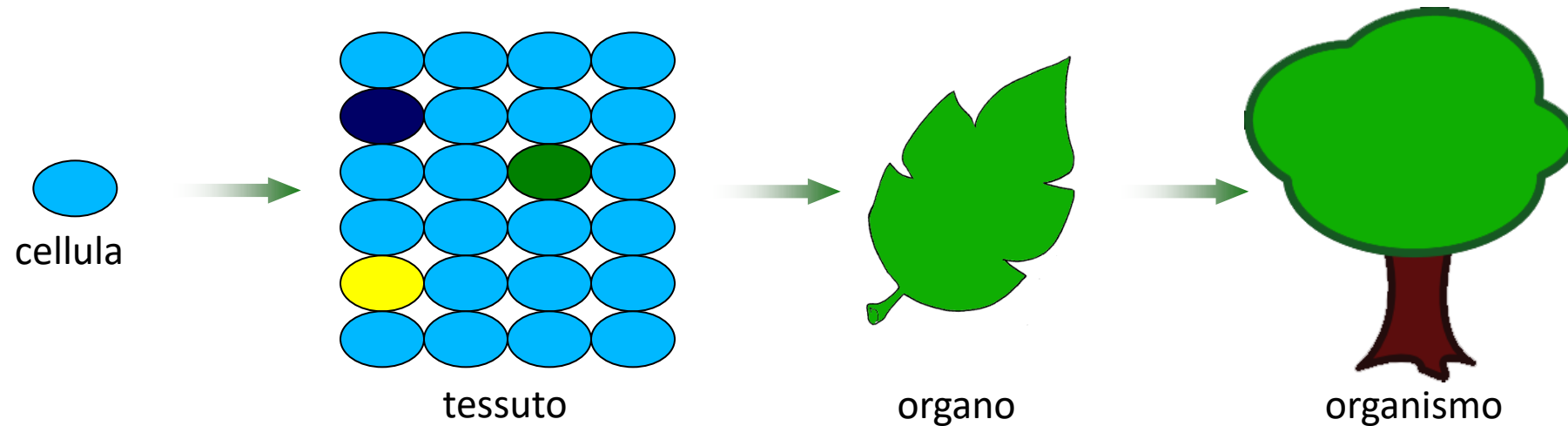


# COMUNICAZIONE CELLULA-CELLULA

# COMUNICAZIONE CELLULA-CELLULA

## *Signaling cellulare*

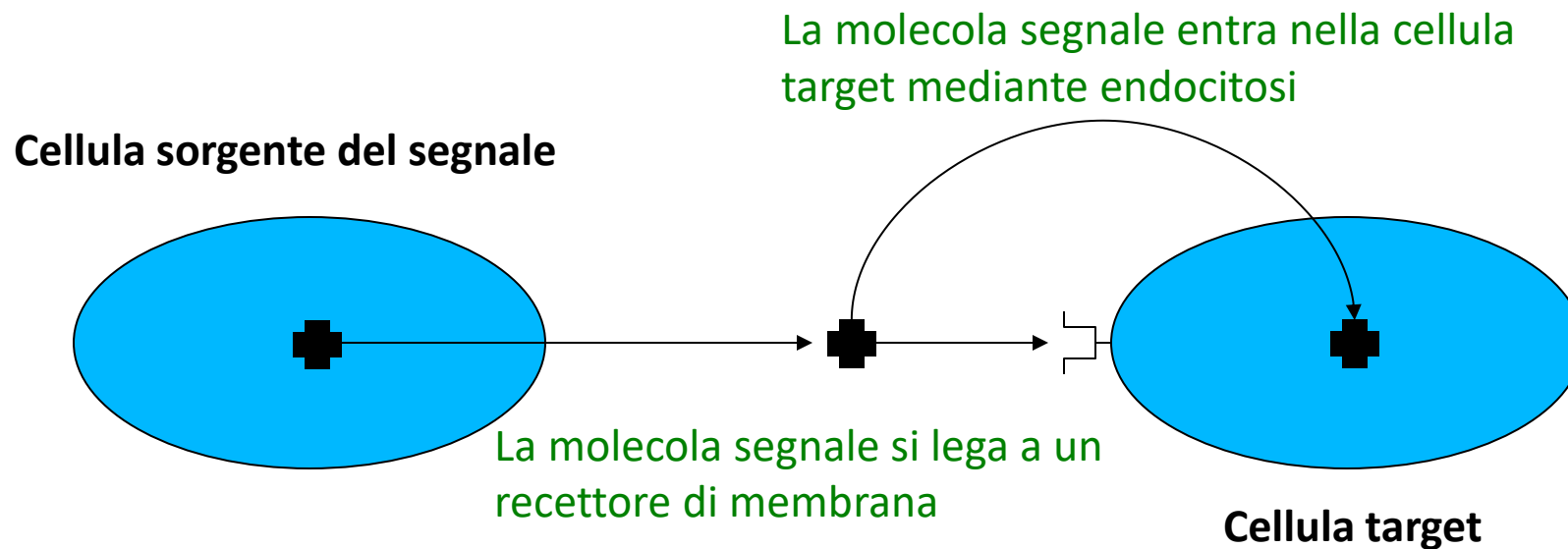


La collaborazione tra cellule, tessuti ed organi richiede il coordinamento che, a sua volta, richiede la comunicazione

# COMUNICAZIONE CELLULA-CELLULA

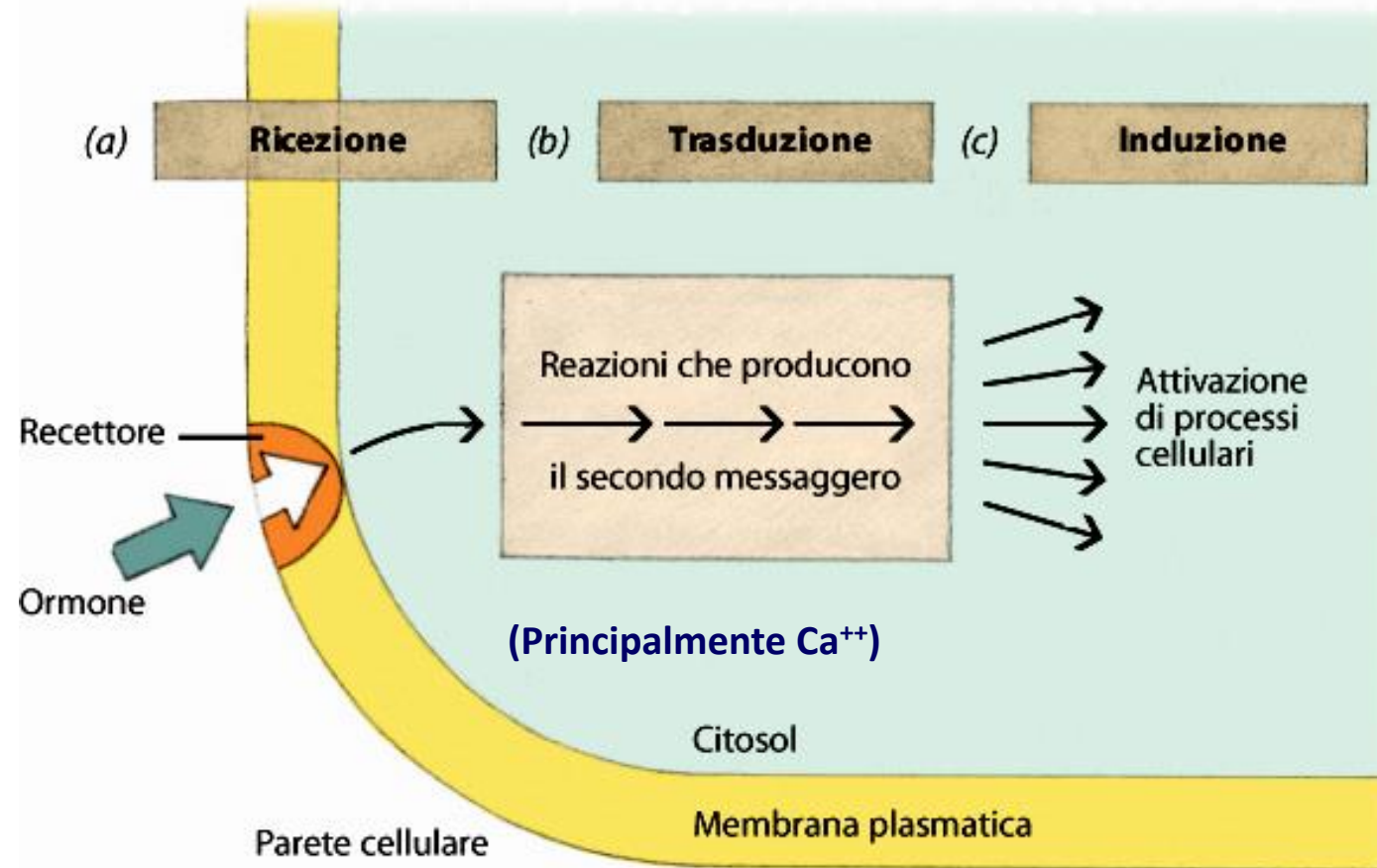
## *Signaling* cellulare

La comunicazione avviene attraverso sostanze (segnali chimici), principalmente fitormoni, sintetizzate in una cellula (sorgente del segnale) e poi inviate ad un'altra cellula (target)



# COMUNICAZIONE CELLULA-CELLULA

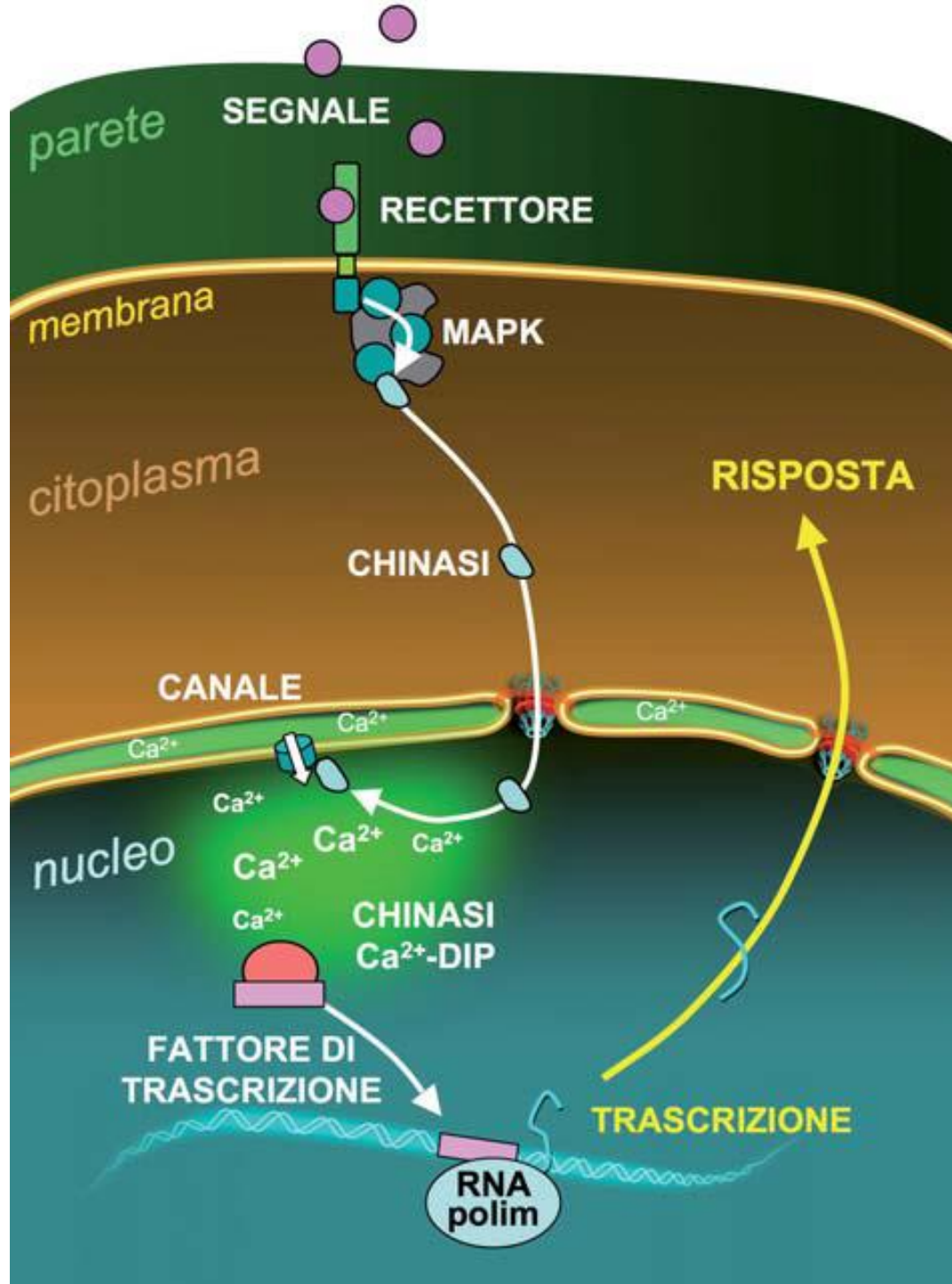
## Trasduzione del segnale



Le cellule ricevono e processano l'informazione attraverso varie classi di **recettori** di superficie. Nelle piante proteine ad attività recettoriale si trovano nella parete cellulare, nel citoplasma o sulle membrane interne, ma è soprattutto sulla membrana plasmatica che si localizza la maggior parte dei recettori. Queste proteine permettono la trasmissione del segnale percepito dall'esterno della membrana al citoplasma e costituiscono il punto di partenza delle cosiddette **vie di trasduzione** del segnale. La fosforilazione di proteine e il coinvolgimento di secondi messaggeri, come il calcio, sono meccanismi chiave della trasmissione del segnale all'interno della cellula.

Recettori localizzati a livello della membrana plasmatica riconoscono segnali provenienti dall'ambiente esterno o da altre cellule e attivano cascate di segnalazione, spesso mediate da fosforilazioni, che portano a risposte specifiche, generalmente attraverso modificazioni dell'espressione genica. Questi recettori sono coinvolti in una molteplicità di processi che includono programmi di crescita e sviluppo ad eventi di riconoscimento e difesa da altri organismi.

Nelle piante esistono due tipi di recettori di membrana con attività chinasi: recettori di tipo istidina (H)-chinasi e recettori di tipo serina (S)/treonina (T)-chinasi.



Lo schema rappresenta la percezione di un ipotetico segnale extracellulare da parte di un recettore inserito sulla membrana plasmatica. Questo scatena la trasduzione del segnale attraverso una cascata MAP-chinasica (MAPK) che attiva una chinasi citoplasmatica. Quest'ultima viene traslocata nel nucleo dove causa l'apertura di canali ionici nell'involucro nucleare scatenando un segnale mediato da calcio. Una chinasi calcio-dipendente decodifica il segnale del calcio e attiva un fattore di trascrizione che porta all'espressione di geni specifici dando inizio alla risposta.

I recettori non risiedono in modo permanente sul plasmalemma, ma sono continuamente rinnovati attraverso processi endocitici ed esocitici. Questa dinamicità permette alla cellula di modificare la distribuzione e la composizione della popolazione di recettori esposti in membrana.

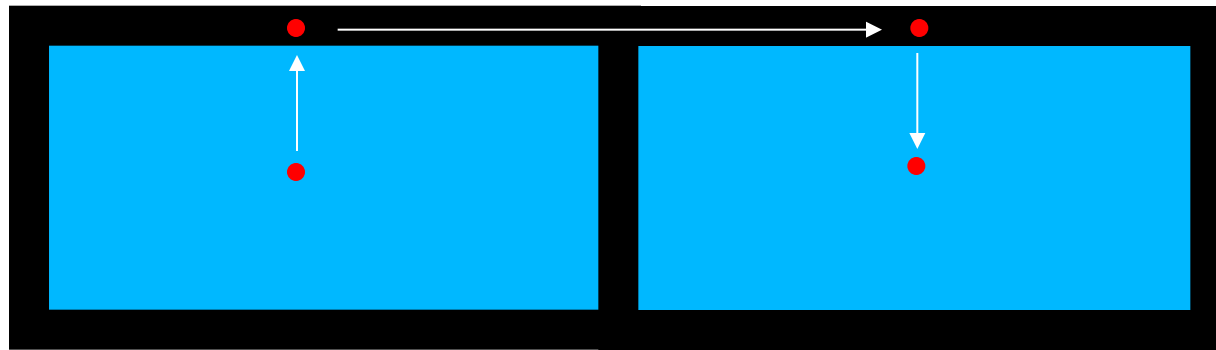
Con l'internalizzazione dei recettori, viene anche modulata la sensibilità ad un determinato stimolo, anche fino a silenziare completamente la risposta, un processo fondamentale in molti meccanismi di segnalazione. Infine, il legame tra recettore e ligando può scatenare esso stesso l'endocitosi, portando alla formazione di un endosoma, la cui membrana deriva direttamente da quella parte di membrana plasmatica che circonda il recettore. Gli endosomi fungono come un'estensione della membrana plasmatica in cui recettori e altre proteine possono svolgere la propria funzione per poi ritornare in membrana o essere destinati ai vacuoli litici ma solo una piccola percentuale.

# TRASPORTO CELLULA-CELLULA

# TRASPORTO CELLULA-CELLULA

## Trasporto apoplastico

APOPLASTO: continuum delle pareti cellulari di una pianta

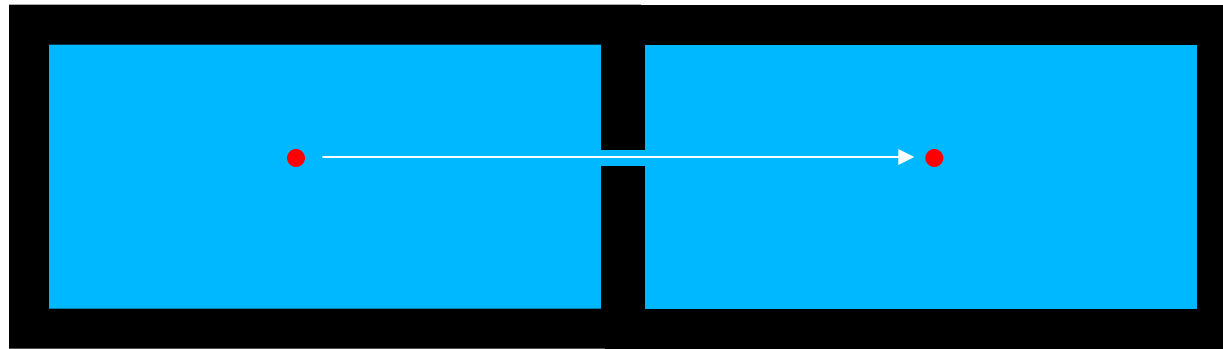


TRASPORTO APOPLASTICO: movimento delle sostanze attraverso l'apoplasto

# TRASPORTO CELLULA-CELLULA

## Trasporto simplastico

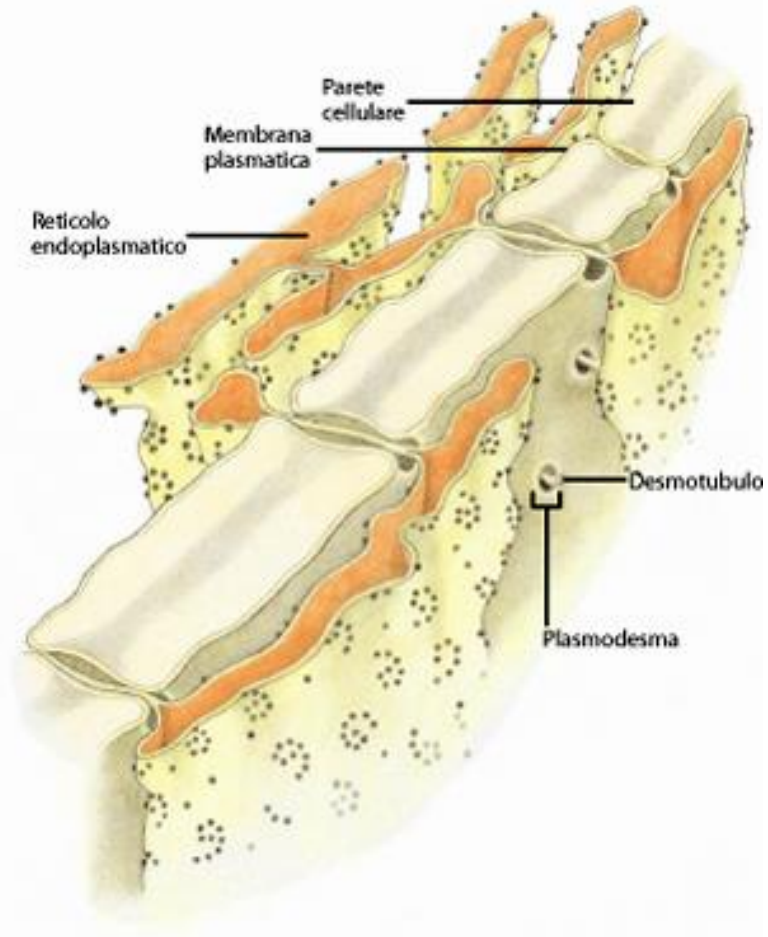
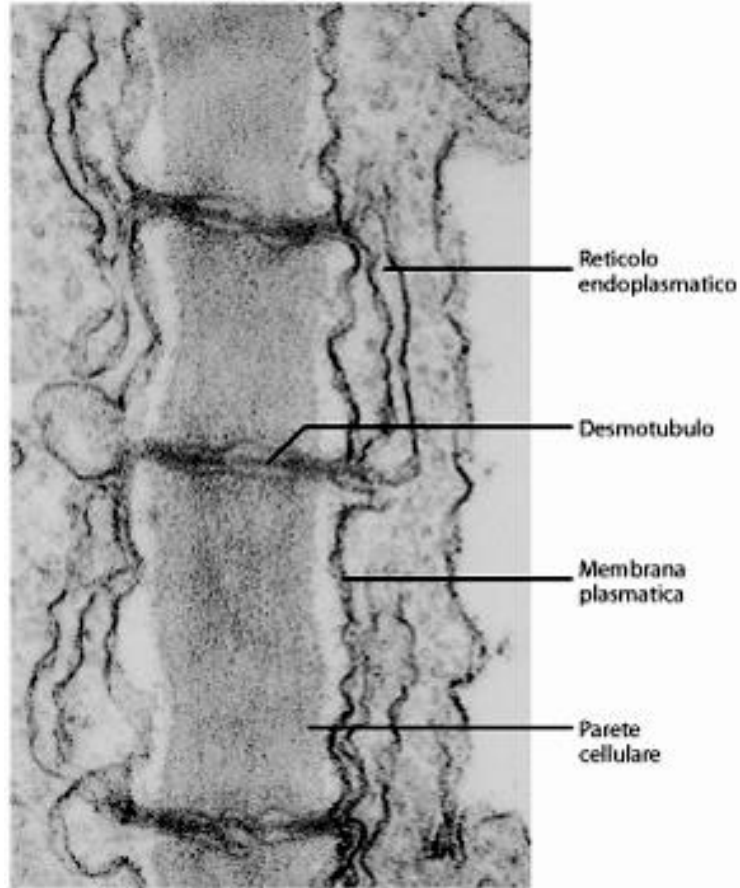
SIMPLASTO: continuum dei protoplasti di una pianta



TRASPORTO SIMPLASTICO: movimento delle sostanze da protoplasto a protoplasto, attraverso i plasmodesmi

# TRASPORTO CELLULA-CELLULA

## Trasporto simplastico

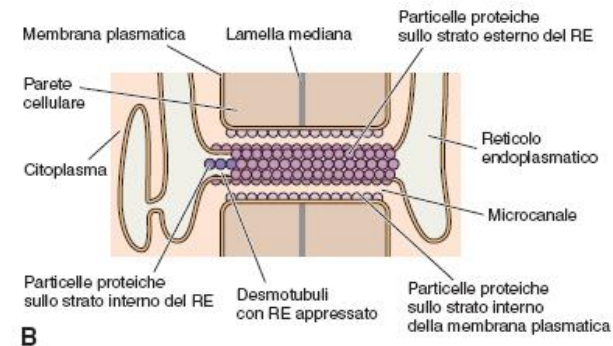
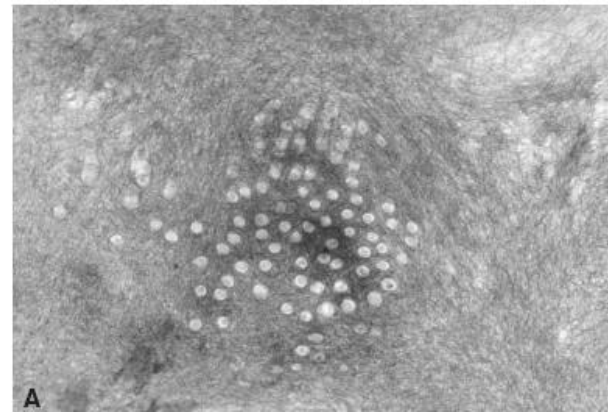


# FUNZIONI: comunicazione

I messaggeri possono essere trasportati da una cellula all'altra attraverso i PLASMODESMI (via simplastica)

**Figura 2.16**

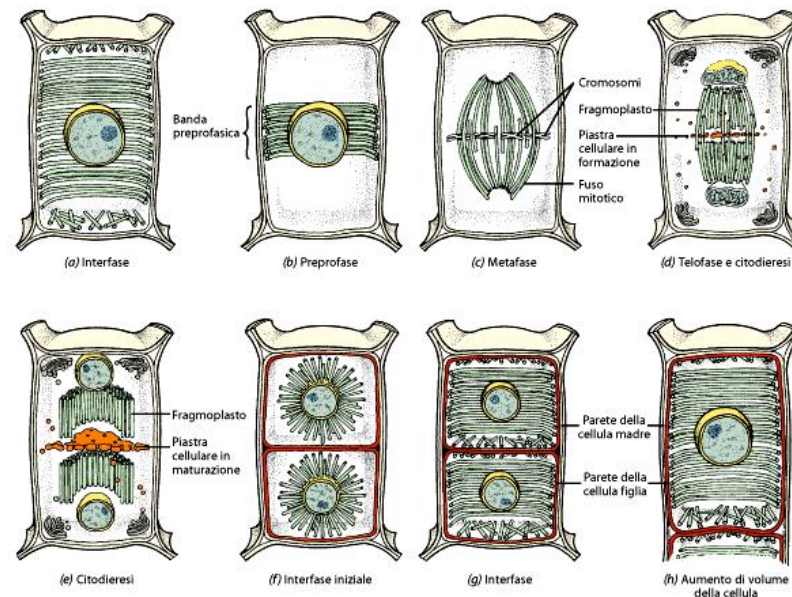
A) Foto al microscopio elettronico a trasmissione di una sezione trasversale di una punteggiatura primaria. Sono evidenti numerosi plasmodesmi nei quali, al centro di ognuno di essi, è visibile la sezione del desmotubulo (osservazione di B. Baldan). B) Schema di una sezione longitudinale di parete a livello di un plasmodesma. È evidente l'interruzione della parete e la continuità della membrana plasmatica tra cellule adiacenti con la conseguente formazione di un microcanale che garantisce il passaggio di acqua e piccole molecole. Al centro è visibile un desmotubulo, continuazione del reticolo endoplasmatico tra le cellule adiacenti (da L. Taiz e E. Zeiger, 2006, modificata).



# FUNZIONI: comunicazione

I plasmodesmi possono essere:

- Primari, cioè formati in corrispondenza della piastra cellulare durante la citodieresi
- Secondari, cioè formati in cellule già sviluppate



# **FUNZIONI:** **comunicazione**

TRASPORTO PASSIVO se la molecola ha dimensioni inferiori al limite di esclusione dimensionale (SEL)

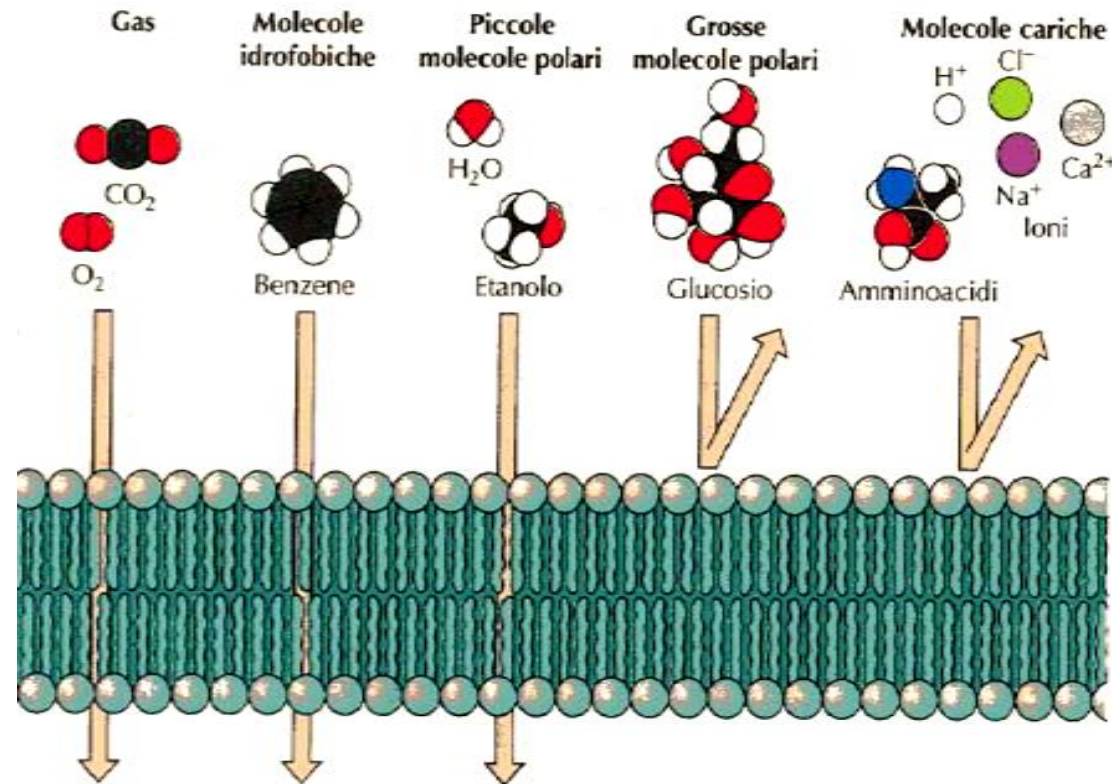
TRASPORTO REGOLATO quando una molecola è grande e possiede delle sequenze in grado di alterare in modo transitorio il SEL

Nel caso dei Virus (grandi) per attraversare i plasmodesmi si legano a proteine vegetali che possiedono domini che li indirizzano ai plasmodesmi

Una volta raggiunto il plasmodesma, le particelle virali alterano il SEL in modo da poter diffondere nelle cellule adiacenti

# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

La membrana plasmatica è una barriera selettiva  
(semipermeabile)

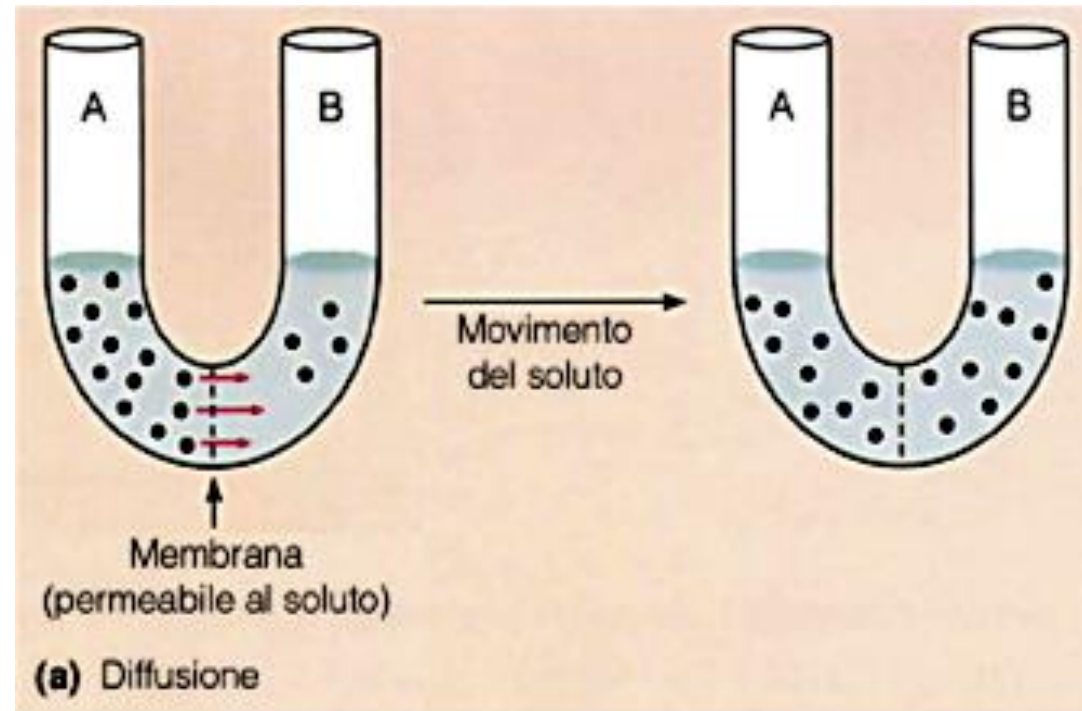


Piccole molecole apolari ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) o polari non cariche ( $\text{H}_2\text{O}$ ) possono attraversare il doppio strato lipidico

# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

## Diffusione

Due soluzioni a diversa concentrazione separate da una membrana permeabile al soluto

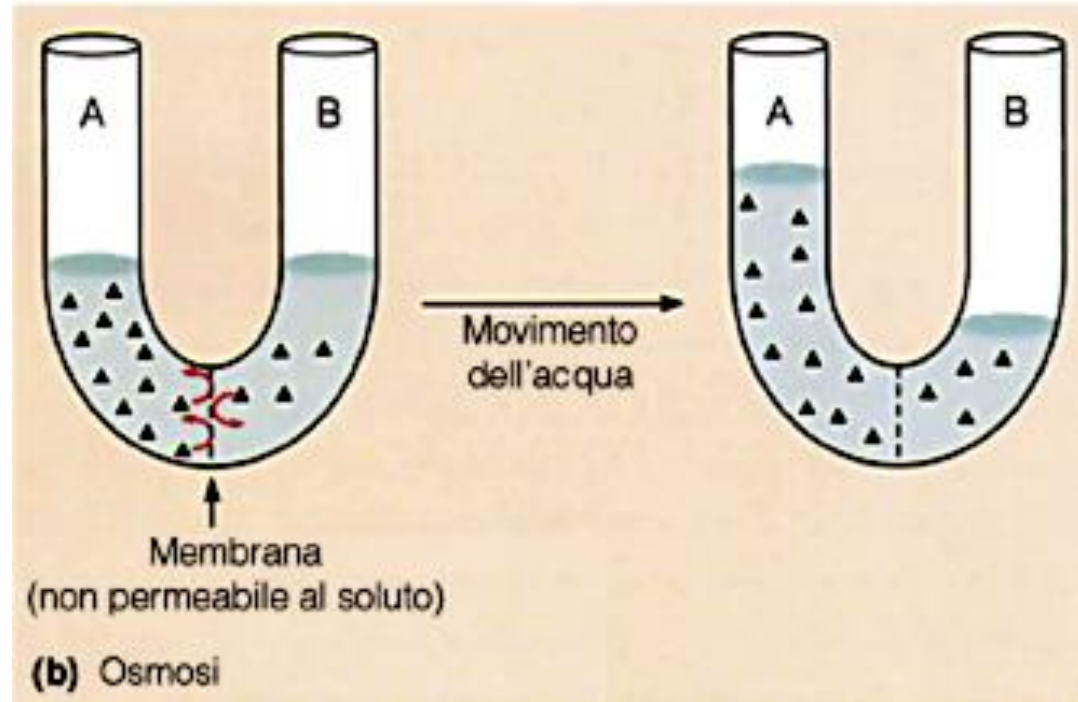


Flusso netto del soluto dalla ipertonica (soluzione più concentrata) a quella ipotonica (soluzione meno concentrata)

# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

## Osmosi: caso particolare della diffusione

Due soluzioni a diversa concentrazione separate da una membrana semipermeabile. Questo tipo di separazione ha pori fisici che permettono il passaggio solo delle molecole di acqua e non dei soluti



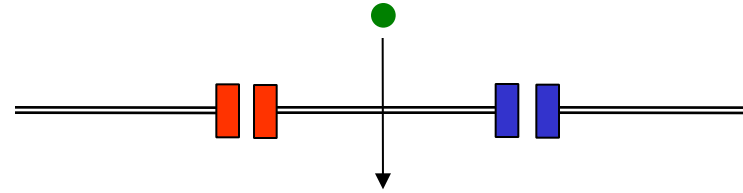
Flusso netto di H<sub>2</sub>O dalla soluzione ipotonica a quella ipertonica

# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

## Non mediato – mediato

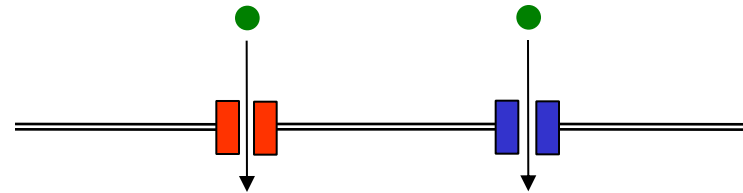
### TRASPORTO NON MEDIATO

Diffusione attraverso il doppio strato lipidico



### TRASPORTO MEDIATO

Attraversamento della membrana mediante proteine trasportatrici o pompe



# PROTEINE DI TRASPORTO

**CANALI:** proteine transmembrana con funzione di pori selettivi, trasporto limitato a ioni e acqua. I canali non sono sempre aperti, possono chiudersi in seguito a segnali esterni

**CARRIERS:** non formano pori attraverso la membrana, esse mediano il trasporto legando la molecola ad un proprio sito specifico. Il legame con il substrato da trasportare crea un cambiamento conformazionale che permette alla molecola di attraversare la membrana. A fine trasporto la molecola si stacca dal carrier.

**POMPE:** proteine di membrana responsabili del trasporto attivo, molte trasportano ioni come  $\text{Ca}^{2+}$  o  $\text{H}^{+}$

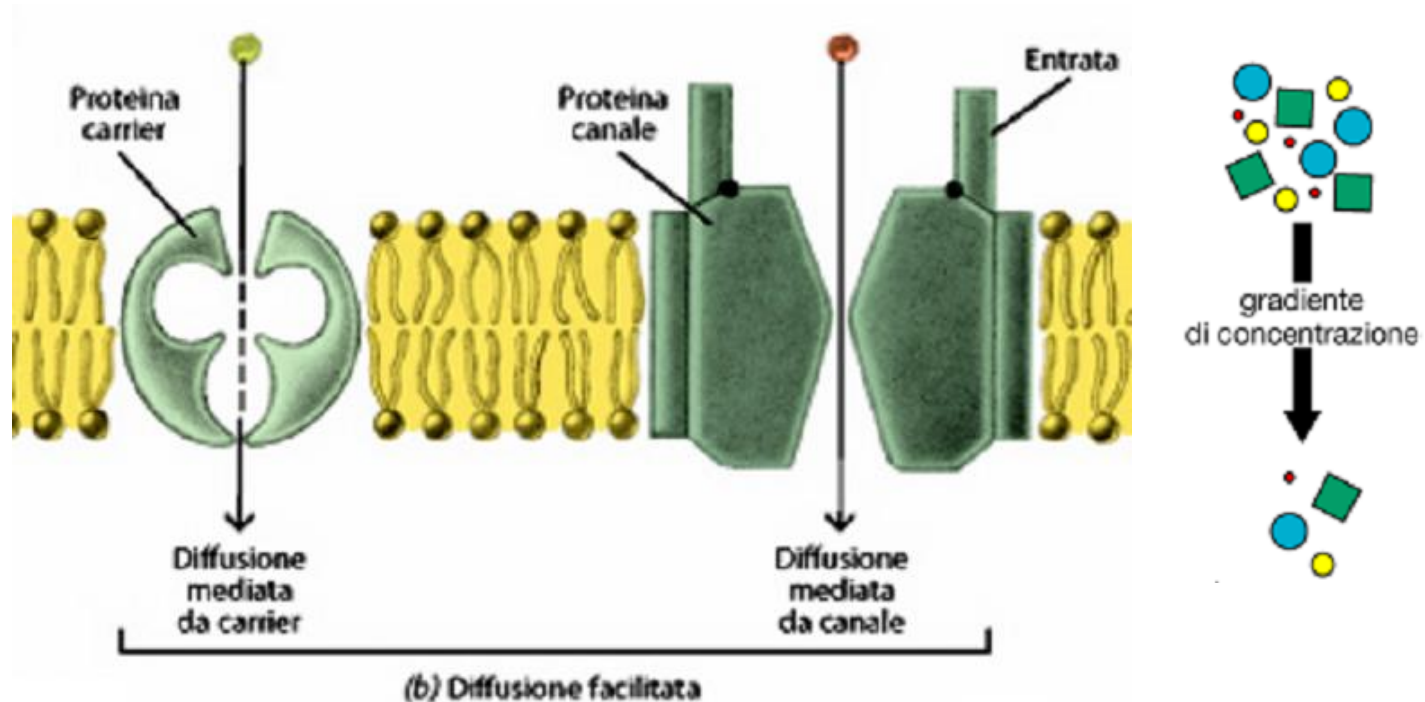
# TRASPORTO DELL' ACQUA ATTRAVERSO LE MEMBRANE

Le membrane sono permeabili all'acqua che può diffondere attraverso la componente lipidica, ma la diffusione non è sufficiente a spiegare la sua velocità di movimento.

Nelle membrane ci sono delle proteine **acquaporine** che formano i canali dell'acqua ed aumentano la conduttanza idraulica delle membrane. Sono presenti nel plasmalemma e nel tonoplasto. Le molecole solubili in acqua, cioè polari, non passano facilmente attraverso le membrane

# TRASPORTO MEDIATO

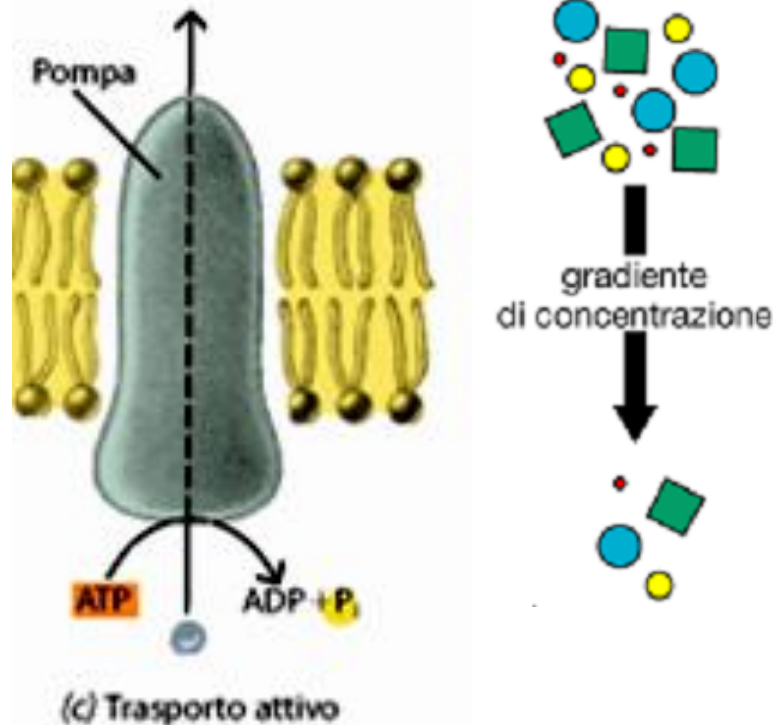
Il movimento di molecole con carica elettrica è permesso da proteine intrinseche che formano canali idrofilici: diffusione facilitata. Secondo gradiente di concentrazione



# TRASPORTO MEDIATO

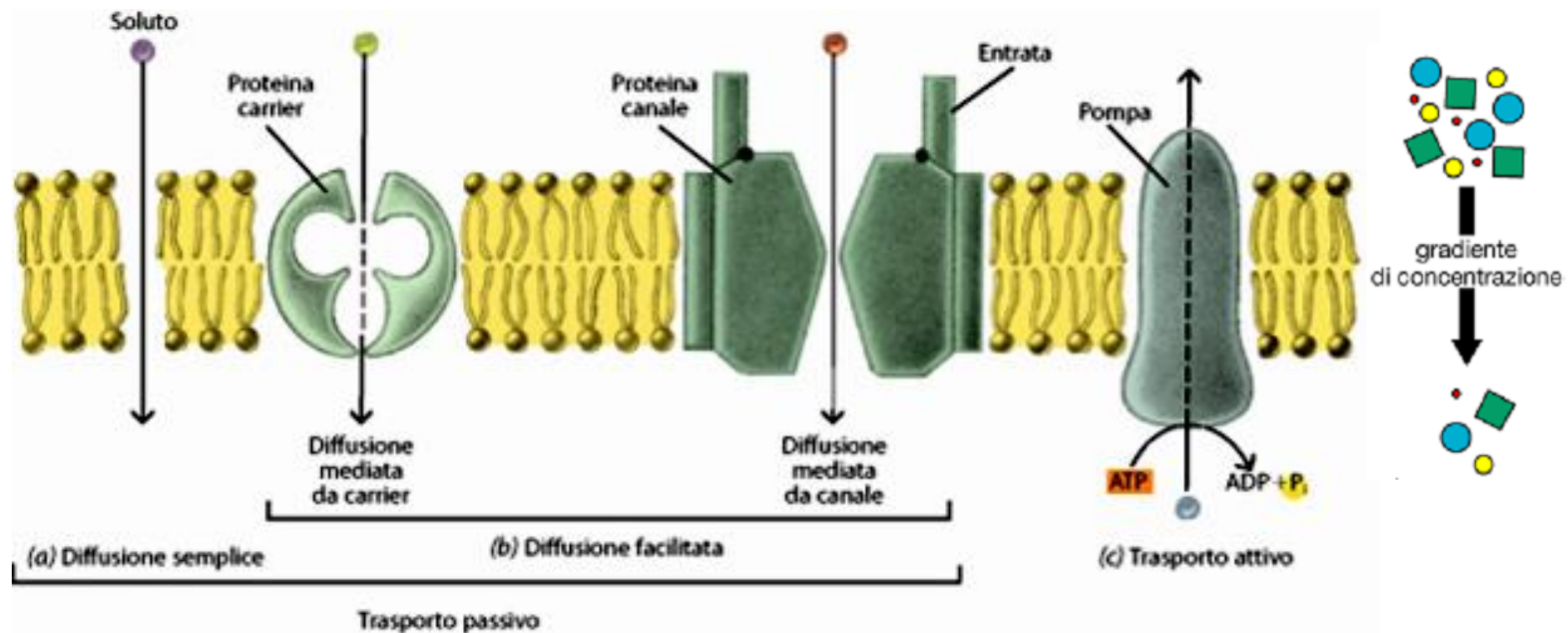
Trasporto attivo mediato da pompe molecolari (proteine) che si legano alle molecole da un lato della membrana, con meccanismo che richiede consumo di energia. Vengono poi rilasciate dall'altro lato della membrana.

Contro gradiente di concentrazione



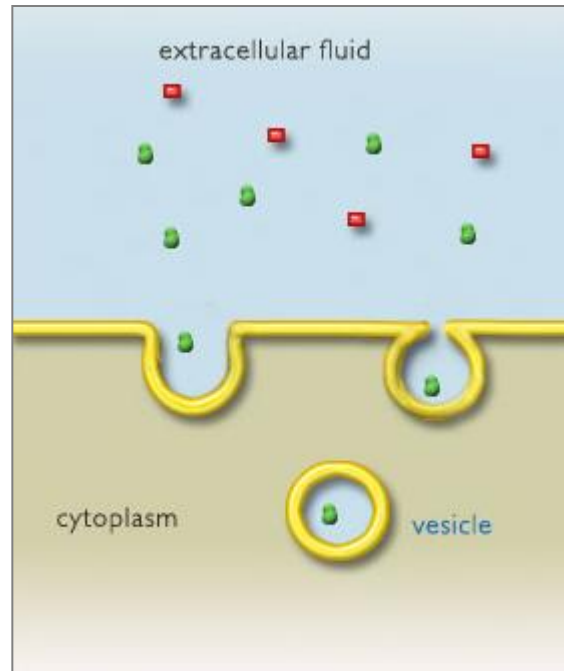
# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

## Riassumendo



# TRASPORTO ATTRAVERSO LE MEMBRANE

## Trasporto mediato da vescicole

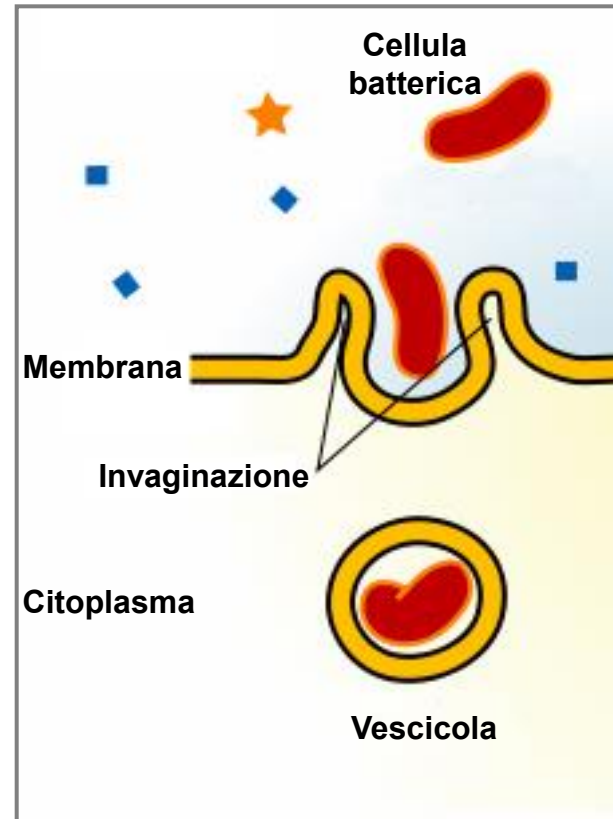


**ENDOCITOSI:** trasporto dall'esterno all'interno della cellula tramite invaginazione della membrana plasmatica

**ESOCITOSI:** trasporto dall'interno all'esterno tramite fusione di vescicole con il plasmalemma

# TRASPORTO MEDIATO DA VESCICOLE

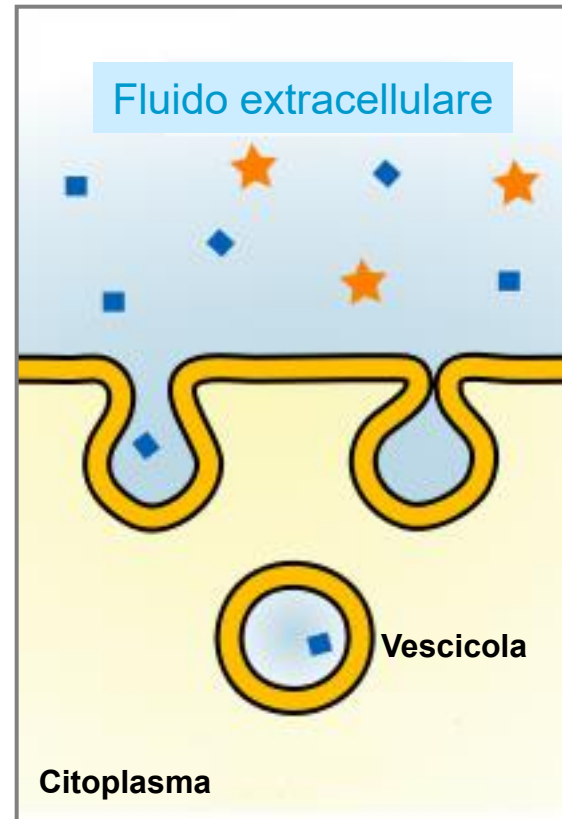
## Fagocitosi



**FAGOCITOSI:** trasporto di materiali solidi all'interno di una cellula tramite invaginazione della membrana plasmatica

# TRASPORTO MEDIATO DA VESCICOLE

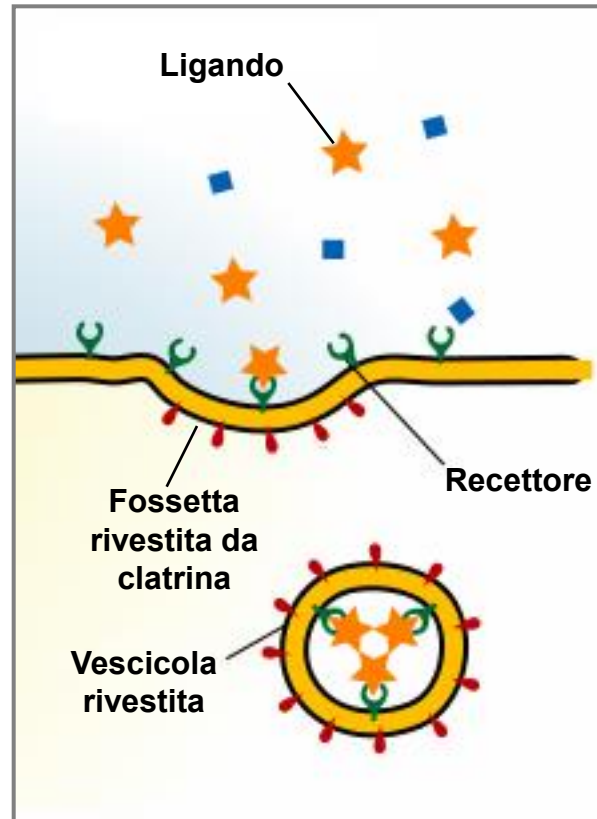
## Pinocitosi



**PINOCITOSI:** trasporto di materiali fluidi all'interno di una cellula tramite invaginazione della membrana plasmatica

# TRASPORTO MEDIATO DA VESCICOLE

## Endocitosi mediata da recettore



**ENDOCITOSI MEDIATA DA RECETTORE:** le molecole da importare si legano a proteine recettrici localizzate sul plasmalemma