

# **1. FISIOLOGIA DELL'ASSORBIMENTO IDRICO**

# PROCESSI DI TRASPORTO DELL' ACQUA

*quando l'acqua si sposta dal suolo all'atmosfera attraverso la pianta, i meccanismi di trasporto possono variare a seconda delle caratteristiche delle strutture attraversate*

I processi fondamentali di trasporto possono essere :

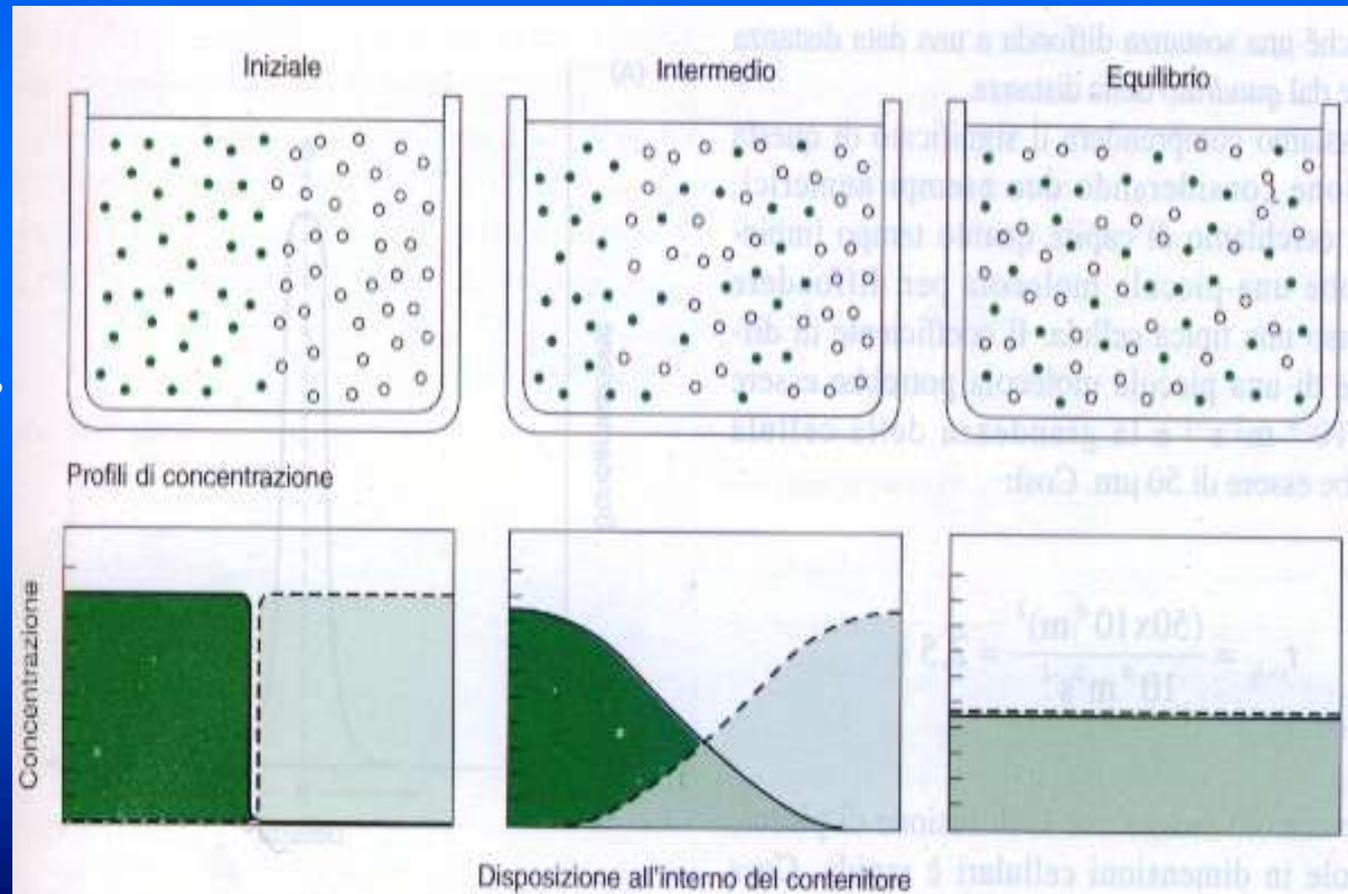
**1. DIFFUSIONE**

**2. FLUSSO DI MASSA**

La **DIFFUSIONE** è il processo tramite il quale le molecole si rimescolano a seguito della loro *agitazione termica casuale*

Questa agitazione porta al movimento casuale ma progressivo di sostanze da zone ad alta energia libera verso zone a bassa energia libera

• La diffusione consente quindi, in assenza di altre forze sulle molecole, il *movimento di molecole da zone ad alta concentrazione a zone a concentrazione minore*, cioè secondo **GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE**



**Il FLUSSO DI MASSA** è riferito allo spostamento di un gruppo di molecole in risposta ad un *gradiente di pressione*

La velocità del flusso dipende da:

- l' ampiezza del gradiente di pressione
- la viscosità del liquido
- il raggio del vaso di conduzione del flusso

Il flusso di massa dell' acqua condotto dalla pressione è il meccanismo **predominante nel trasporto a lunga distanza dell' acqua nella pianta attraverso lo xilema**

**Esempi di flussi di massa:** il flusso di un fiume, gli spostamenti dell' acqua nelle tubazioni, le correnti convettive

Nello spostamento dell' acqua dal suolo all' atmosfera attraverso la pianta occorre considerare un altro aspetto, l' OSMOSI, che è il movimento di un solvente attraverso una membrana

La velocità e la direzione del flusso attraverso la membrana è regolato da:

- le caratteristiche fisiche della membrana
- il gradiente di concentrazione (diffusione)
- il gradiente di pressione (flusso di massa)

Se l' influenza della membrana è trascurabile, il flusso è espresso dalla somma dei due gradienti

E' possibile quindi definire la forza motrice complessiva dell' acqua come il *gradiente di energia libera dell' acqua* ed indicarla con il termine di:

GRADIENTE DEL POTENZIALE IDRICO

**Il valore negativo del potenziale idrico del suolo è dato dalle forze adesive che tendono a far aderire (riduzione dell' interfaccia aria-acqua) l' acqua alle particelle di suolo**

**Alcuni valori di riferimento:**

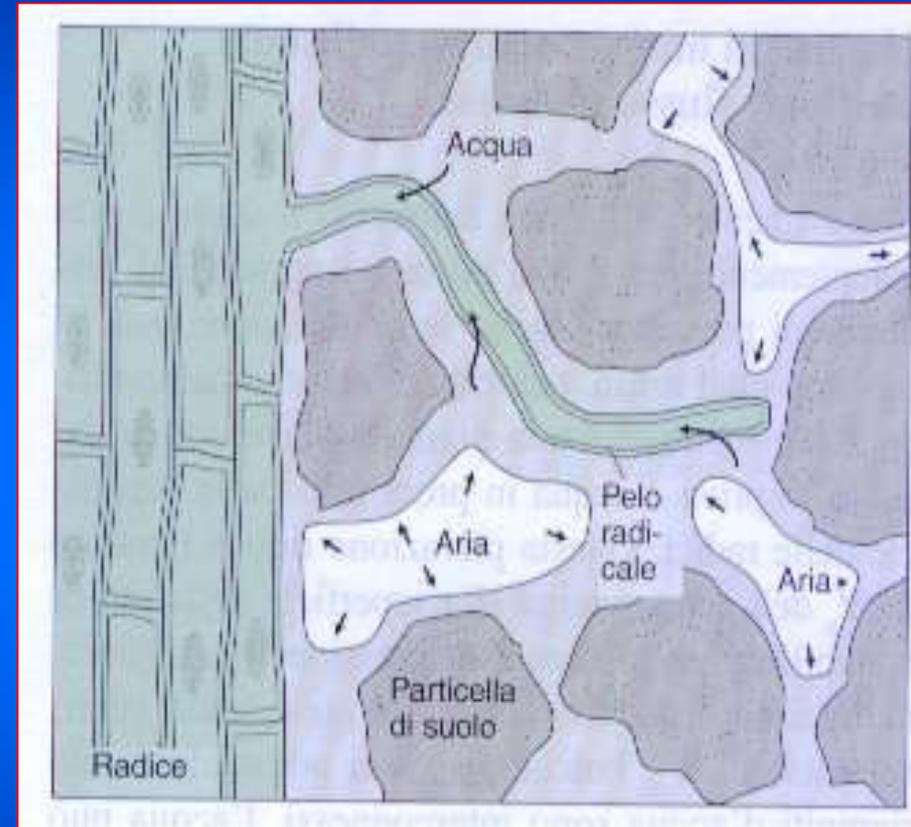
- capacità di campo
- punto permanente di appassimento

**il movimento dell' acqua nel suolo è prevalentemente per flusso di massa**

**Man mano che la pianta assorbe acqua tramite le radici, priva il suolo di acqua in prossimità delle radici stesse**

**•Riduce in questo modo il potenziale idrico del suolo in questa zona e crea un gradiente di pressione nei riguardi delle zone di suolo limitrofe**

**•si genera quindi un movimento di acqua attraverso i canali e gli spazi porosi del suolo verso la radice e secondo gradiente di pressione**



# 1. ASSORBIMENTO acqua e soluti

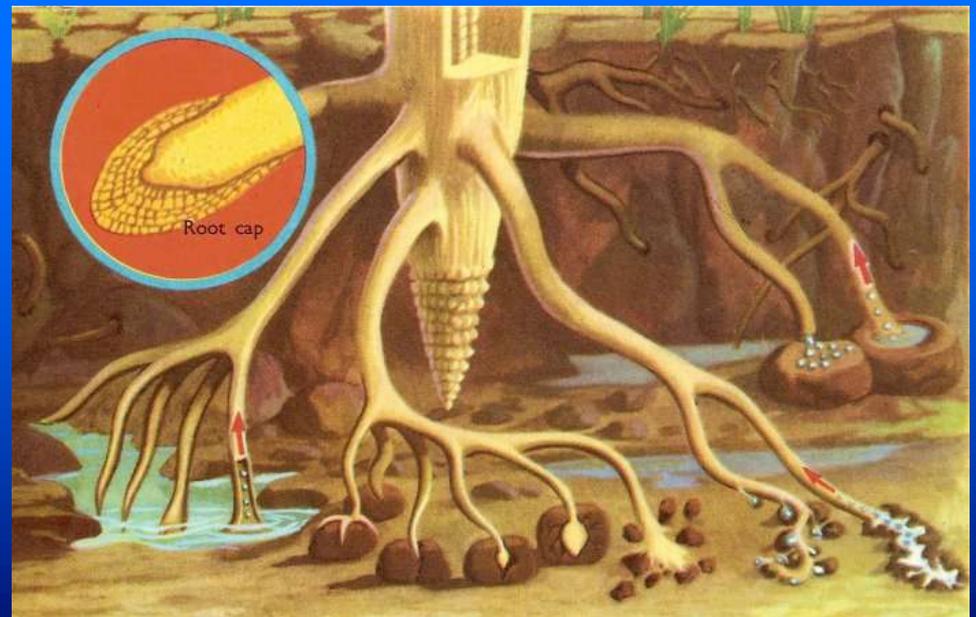
*spostamento dell'acqua dal suolo all'interno della radice*

Quando la disponibilità idrica del terreno si mantiene SUPERIORE ad un POTENZIALE MATRICIALE DI -15 BAR (misura delle forze di adsorbimento e di tensione che trattengono l'acqua nei pori del terreno), le piante possono assorbire acqua ed i soluti in essa disciolti, attraverso l'apparato radicale

**L'assunzione avviene in modo predominante attraverso i PELI che ricoprono la posizione sub-apicale delle radichette**

**Gli elementi nutritivi che entrano in contatto con le radici sono costituiti da:**

- IONI DISPERSI NELLA SOLUZIONE CIRCOLANTE
- IONI ADSORBITI SULLE PARTICELLE COLLOIDALI
- PARTICELLE MINERALI SOLUBILI



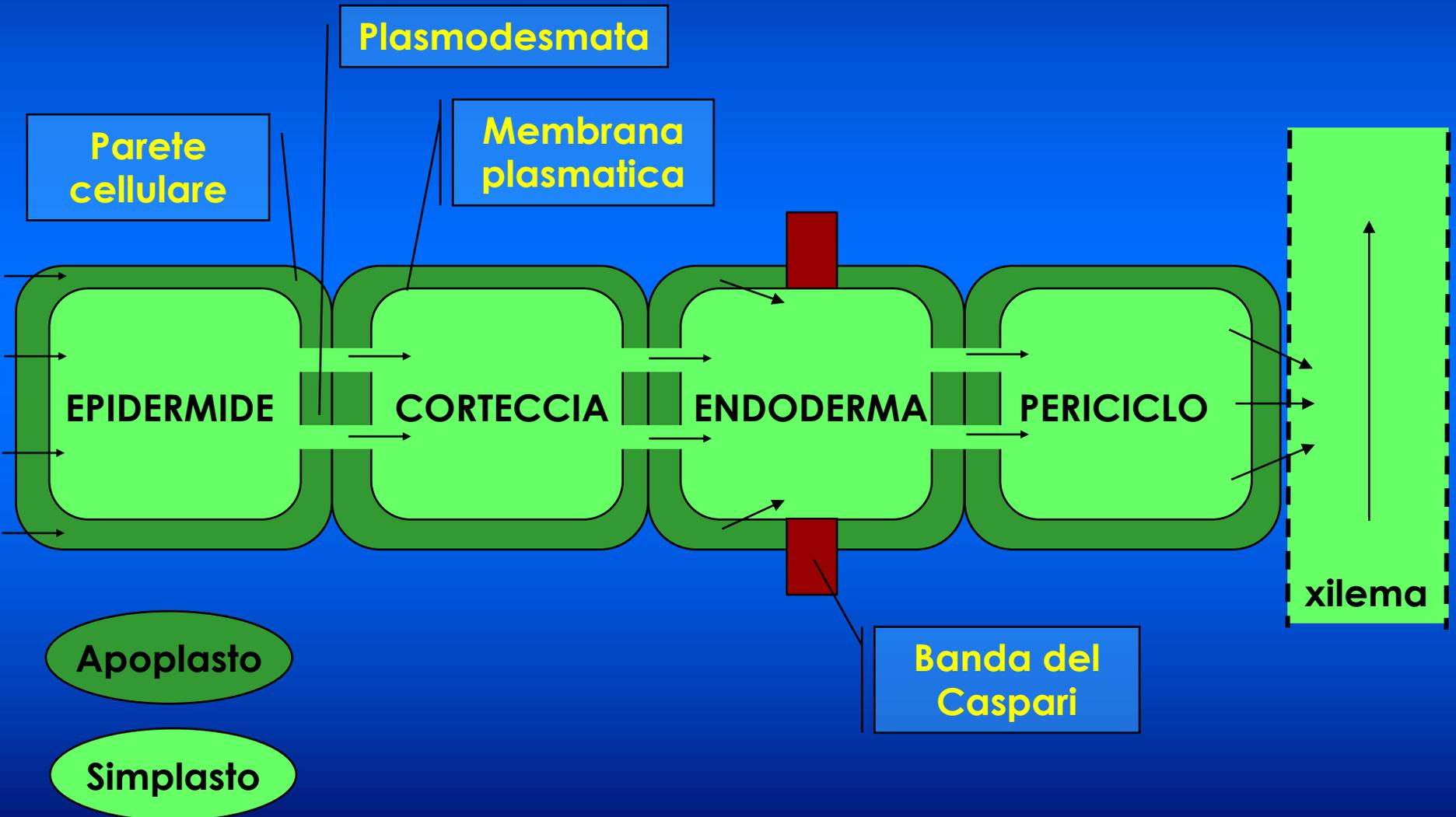
# **SPOSTAMENTI DEGLI ELEMENTI NUTRITIVI DAL TERRENO ALLA PIANTA**

Esistono 3 sistemi dinamici:

- FLUSSO DI MASSA** gli ioni si spostano trasportati dal flusso della soluzione circolante presente nel terreno dovuto all'assorbimento radicale, alla percolazione ed alla capillarità. Alcuni ioni, come il P, sono legati a particelle di terreno, mentre altre forme ioniche come i nitrati, sono in grado di muoversi nel terreno con la soluzione circolante
- DIFFUSIONE** lo spostamento avviene secondo un gradiente di concentrazione all'interno della soluzione circolante
- SCAMBIO IONICO** lo spostamento avviene tramite scambio di forme ioniche adsorbite sulla superficie esterna dei colloidi con forme ioniche emesse dalle radici della pianta

# TRASLOCAZIONE ALL' INTERNO DELLA PIANTA

# TRASPORTO DELL'ACQUA NELLE PIANTE

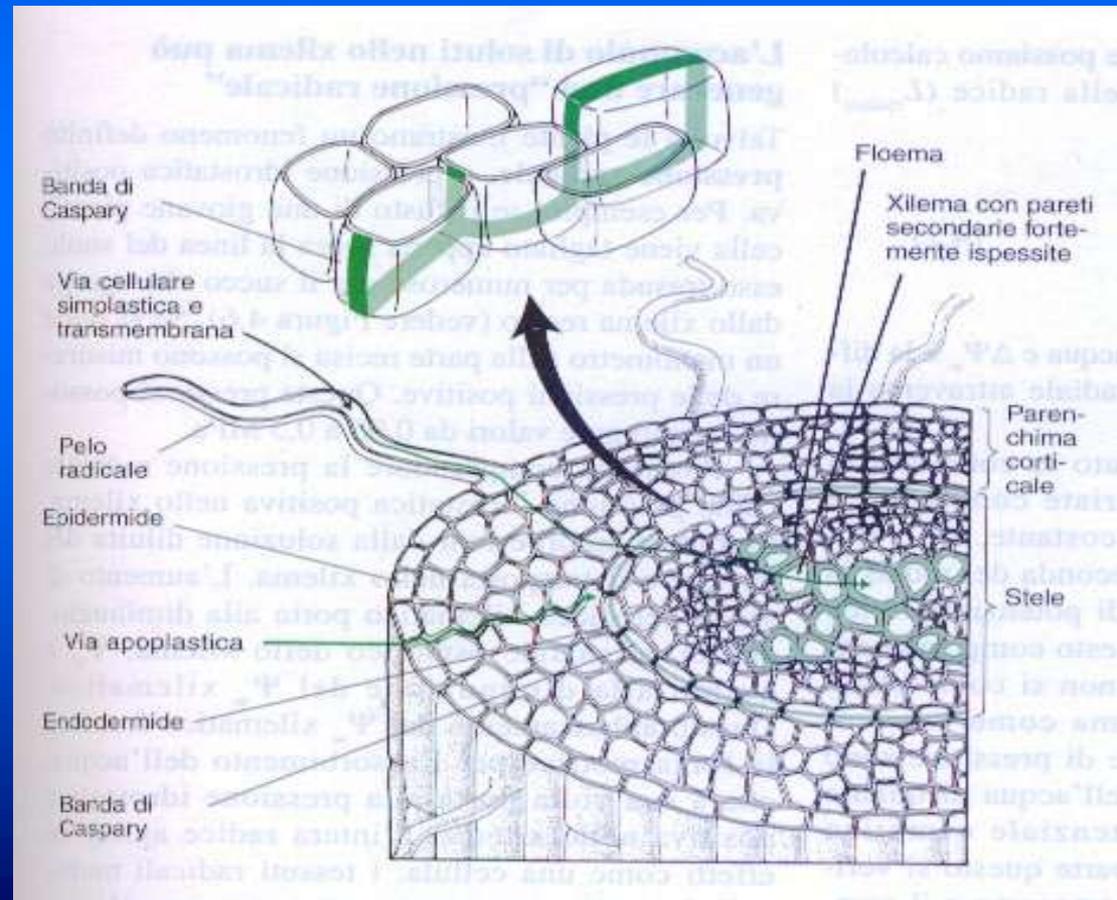


# ***In che modo l'acqua e gli elementi nutritivi si spostano all'interno della radice?***

Lo spostamento dell'acqua e dei soluti all'interno delle radici avviene secondo meccanismi molto complessi riconducibili a 3 vie differenti:

1. La via apoplastica
2. La via transmembrana
3. La via simplastica

• **Nella via APOPLASTICA** l'acqua si sposta unicamente attraverso la **parete cellulare**, senza attraversare alcuna membrana



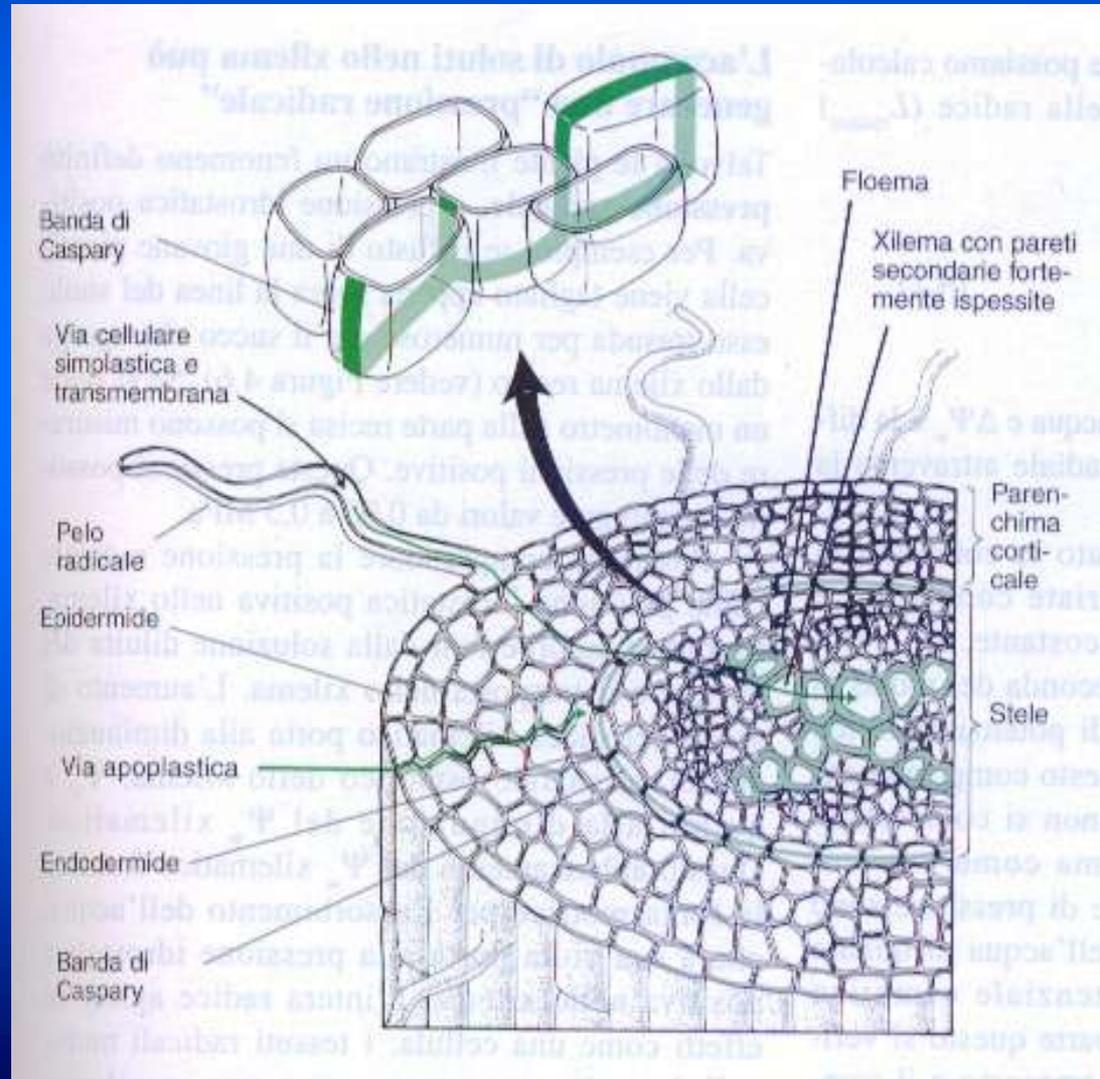
- La **VIA TRANSMEMBRANA** prevede il passaggio attraverso la cellula.

In ogni cellula che incontra nel suo cammino, l'acqua attraversa la *membrana plasmatica* almeno due volte (in entrata ed in uscita della cellula)

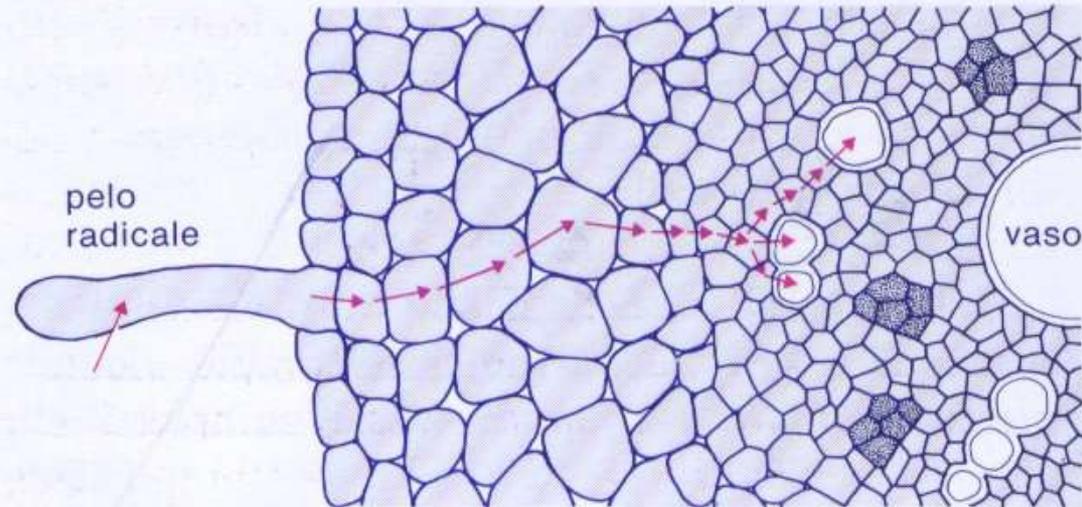
- la **VIA SIMPLASTICA** prevede il passaggio da cellula a cellula attraverso il *citoplasma* e sfruttando il sistema di continuità rappresentato dai *plasmodesmi*

La presenza della cosiddetta *banda del caspari*, collocata a livello dell'endoderma (strato interno del parenchima corticale), blocca la via apoplastica.

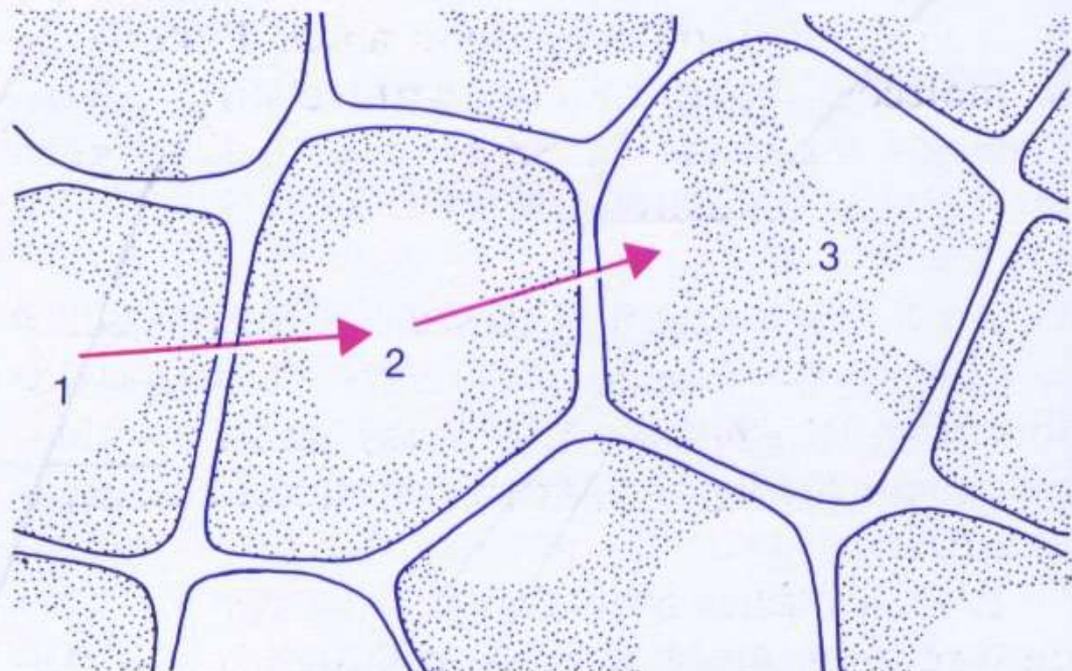
L'acqua ed i soluti sono obbligati ad attraversare la membrana cellulare ed il citoplasma prima di giungere ai *fasci vascolari xilematici*



**Trasporto simplastico di acqua e soluti all' interno della radice**



**In basso: gradiente osmotico che consente la diffusione degli assimilati dalla cellula 1 alla 2 e quindi alla 3**



## TRASPORTO DI ACQUA E SOLUTI ATTRAVERSO VASI XILEMATICI

Lo spostamento di acqua e soluti attraverso lo xilema rappresenta, se confrontato con la complessità del tessuto radicale, *una via semplice e a bassa resistenza*

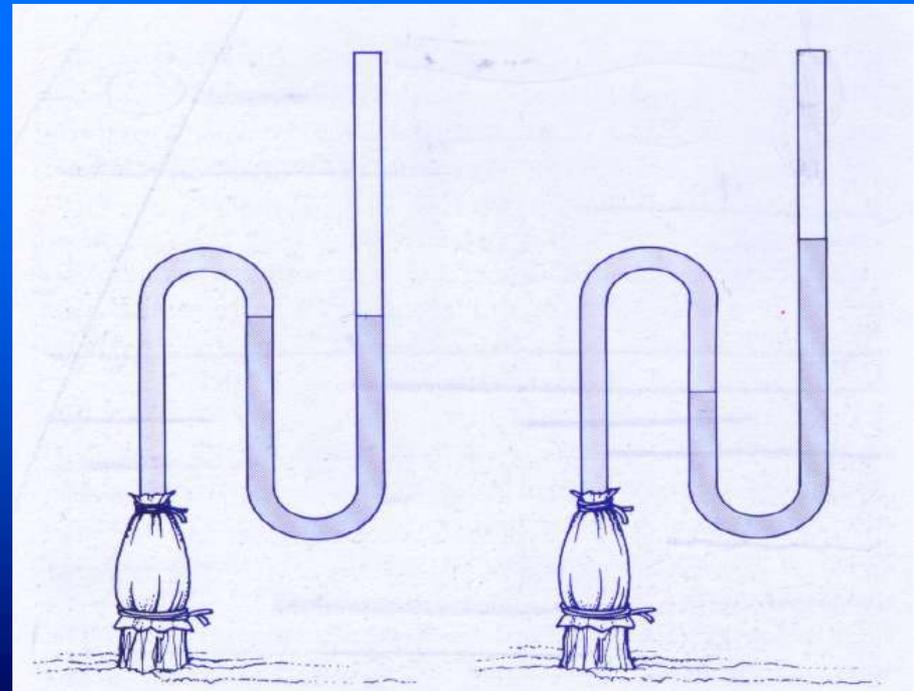
Lo xilema è il tessuto più adatto al trasporto a lunga distanza tra radici e foglie grazie alla *pressione idrostatica negativa generata dalla traspirazione fogliare* ed alla conseguente *aspirazione della colonna d'acqua* all'interno dei vasi xilematici

## • MECCANISMO ATTIVO DI ASCESA DELLA LINFA GREZZA

- avviene per effetto di una elevata *pressione radicale* (1-2 bar, 0.1-0.5 MPa) che precede la ripresa vegetativa primaverile
- si forma per effetto del trasporto di soluti all' interno del sistema xilematico con abbassamento del potenziale idrico al suo interno e conseguente richiamo di acqua
- è responsabile del fenomeno del pianto caratteristico di alcune specie (VITE, ACTINIDIA, BETULLA, etc.) quando la potatura è eseguita poco prima della ripresa

***In che periodo la pressione radicale è massima?***

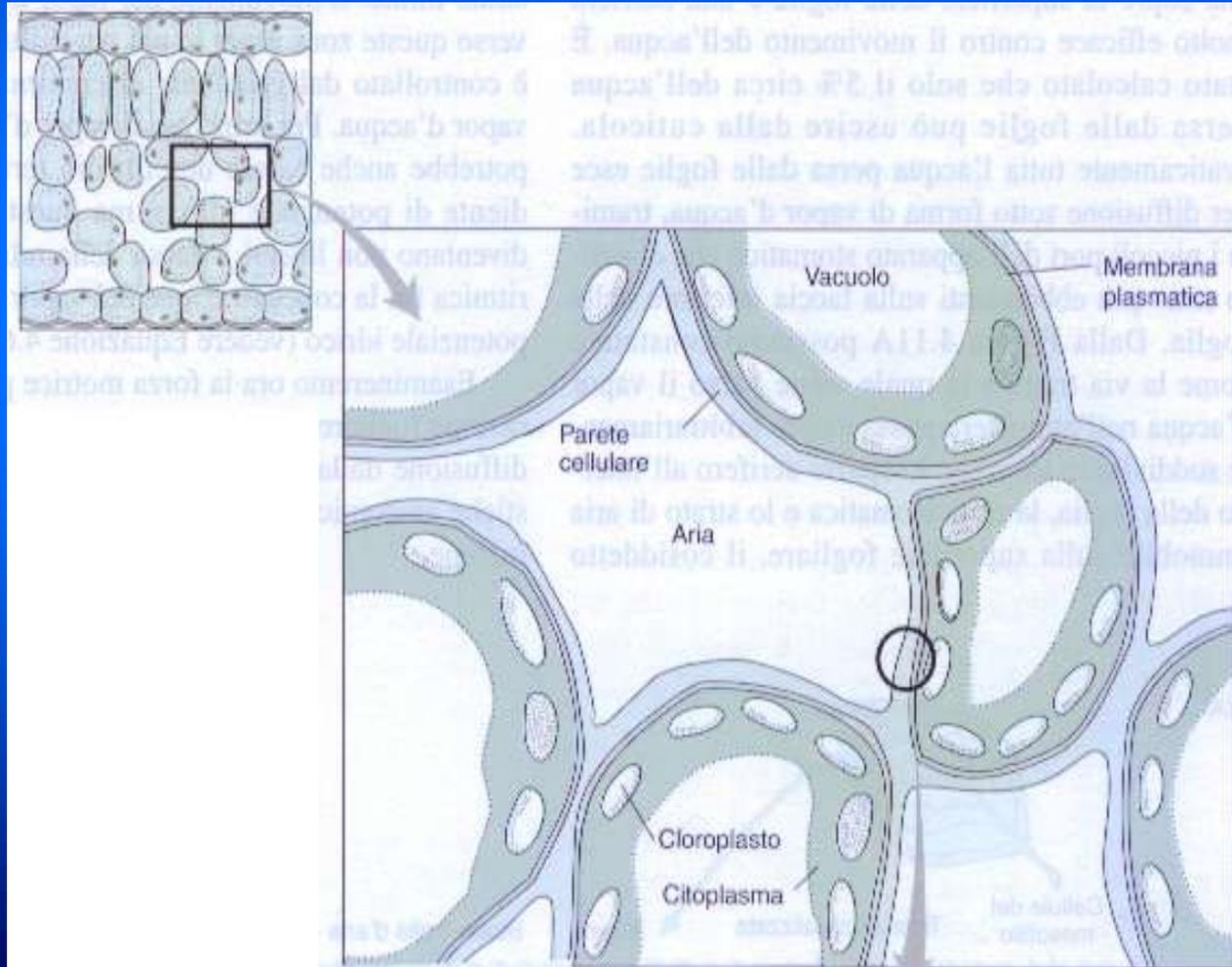
In primavera, quando le sostanze di riserva della radice vengono demolite massivamente e grossi quantitativi di sostanze osmoticamente attive (zuccheri principalmente) vengono immessi all' interno dei vasi. Ciò determina un forte aumento del potenziale osmotico (in valore assoluto), quindi un forte ingresso di acqua



## • MECCANISMO PASSIVO DI ASCESA DELLA LINFA GREZZA

- si sostituisce gradualmente alla pressione radicale ed è connesso allo sviluppo della chioma dell' albero (gemme, germogli, foglie, etc.)
- è dovuto alla TRASPIRAZIONE ed al conseguente effetto di suzione che si stabilisce all' interno del sistema di conduzione della pianta (STATO DI TENSIONE)

- Le *cellule del mesofillo* sono in contatto diretto con l' atmosfera
- l' acqua evapora dalla parete cellulare di cellule esposte all' interno di *spazi aeriferi*
- si formano quindi dei *menischi* la cui superficie si fa via via più curva per effetto della tensione superficiale (pressione negativa)

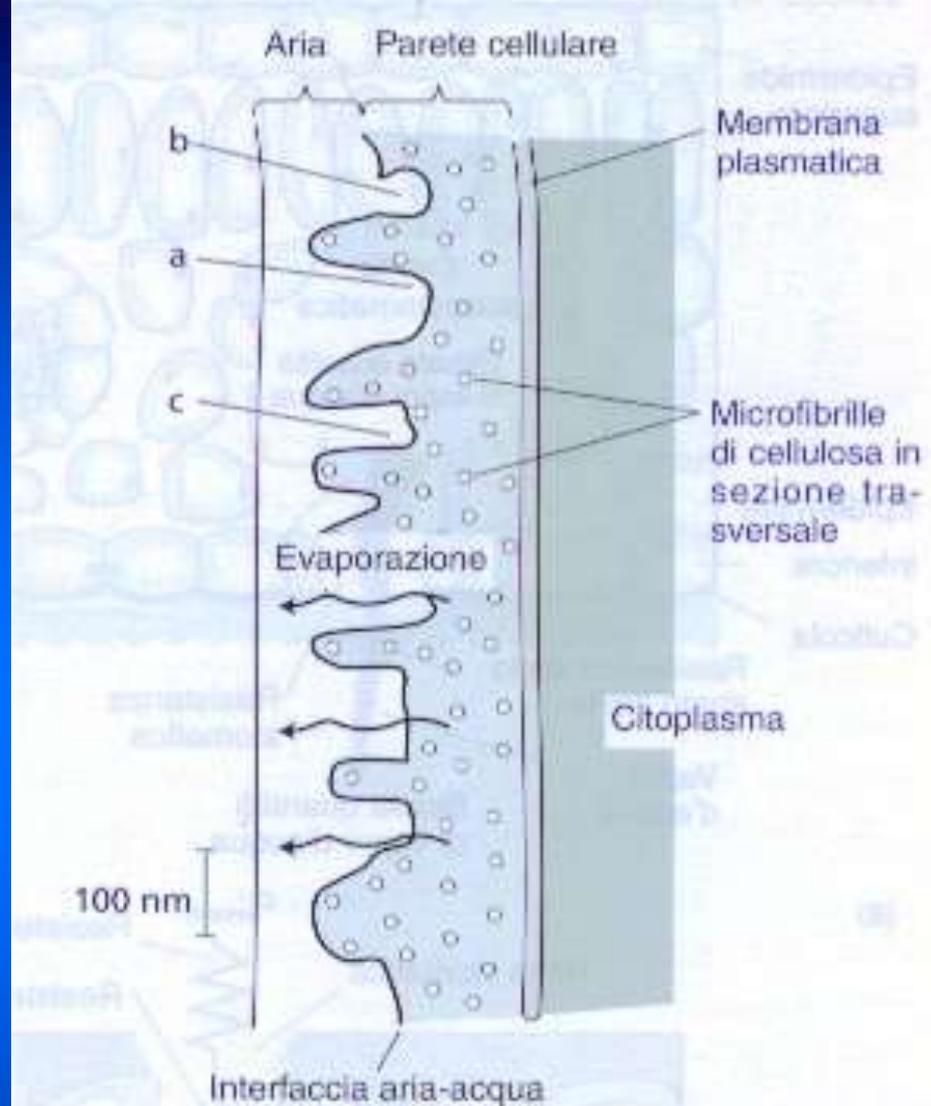


- La formazione di *menischi* sempre più appuntiti (minore raggio di curvatura) crea così la forza motrice per il trasporto xilematico

- tale forza è dunque *regolata a livello dell'interfaccia aria-acqua* all'interno della foglia

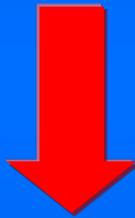
- tenere conto che in una foglia tipica, l'esteso *sistema di nervature* fa sì che tessuti di conduzione xilematici distino in media meno di 0.5 mm dalla maggior parte delle cellule del mesofillo

- così la pressione idrostatica negativa generata dall'evaporazione-tensione si trasmette all'intero sistema conduttivo

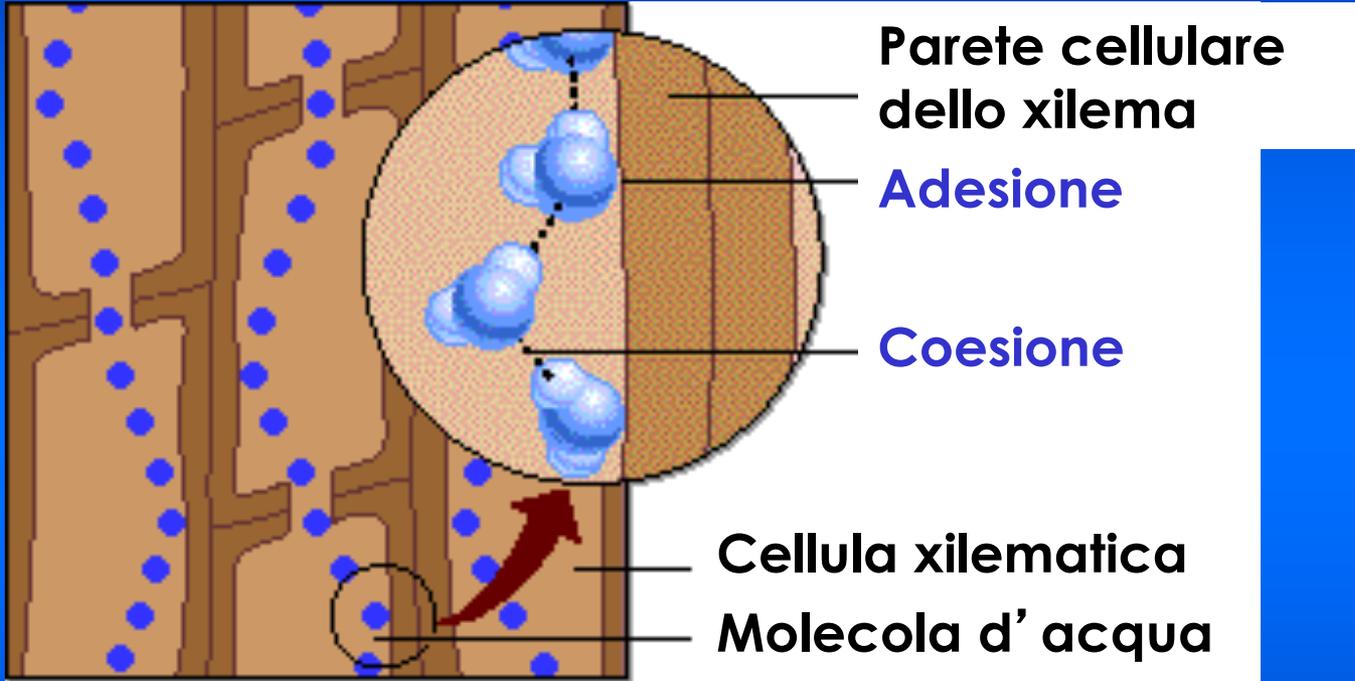


	Raggio di curvatura ( $\mu\text{m}$ )	Pressione idrostatica (MPa)
(a)	0.5	-0.3
(b)	0.05	-3
(c)	0.01	-15

**Cosa permette all' acqua di risalire dalle  
radici alle foglie?**



**TEORIA DELLA TENSIONE-COESIONE**



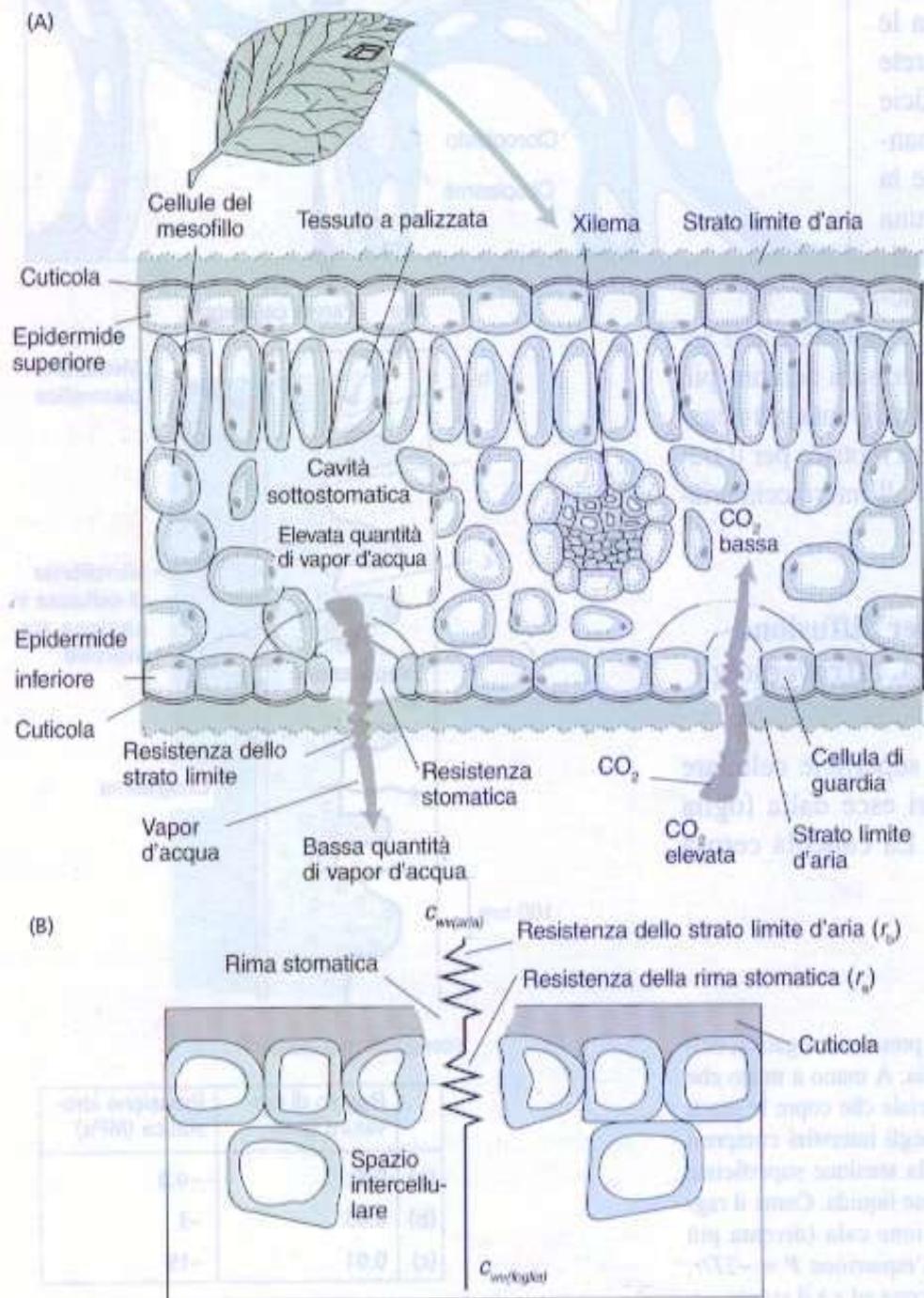
# CAMMINO DELL'ACQUA ATTRAVERSO LA FOGLIA

• l'acqua viene trasportata dallo *xilema* alle *pareti cellulari* del mesofillo, da dove evapora negli *spazi aeriferi*

• per diffusione il vapore d'acqua si sposta dagli spazi aeriferi della foglia *attraverso le aperture stomatiche verso l'esterno*

in questo percorso, la *fuoriuscita del vapore d'acqua* dipende da 2 fattori:

- differenza di concentrazione del vapore acqueo**
- resistenza stomatica alla diffusione**



Man mano che l'acqua evapora dalle foglie viene sostituita da nuove molecole di linfa in una sorta di "catena" i cui anelli sono legati fra loro da una forte **COESIONE**

Entrambe i fattori (tensione e coesione) sono superiori all' **ADESIONE** della linfa con i vasi della pianta

- principio della TENSIONE- COESIONE- ADESIONE

