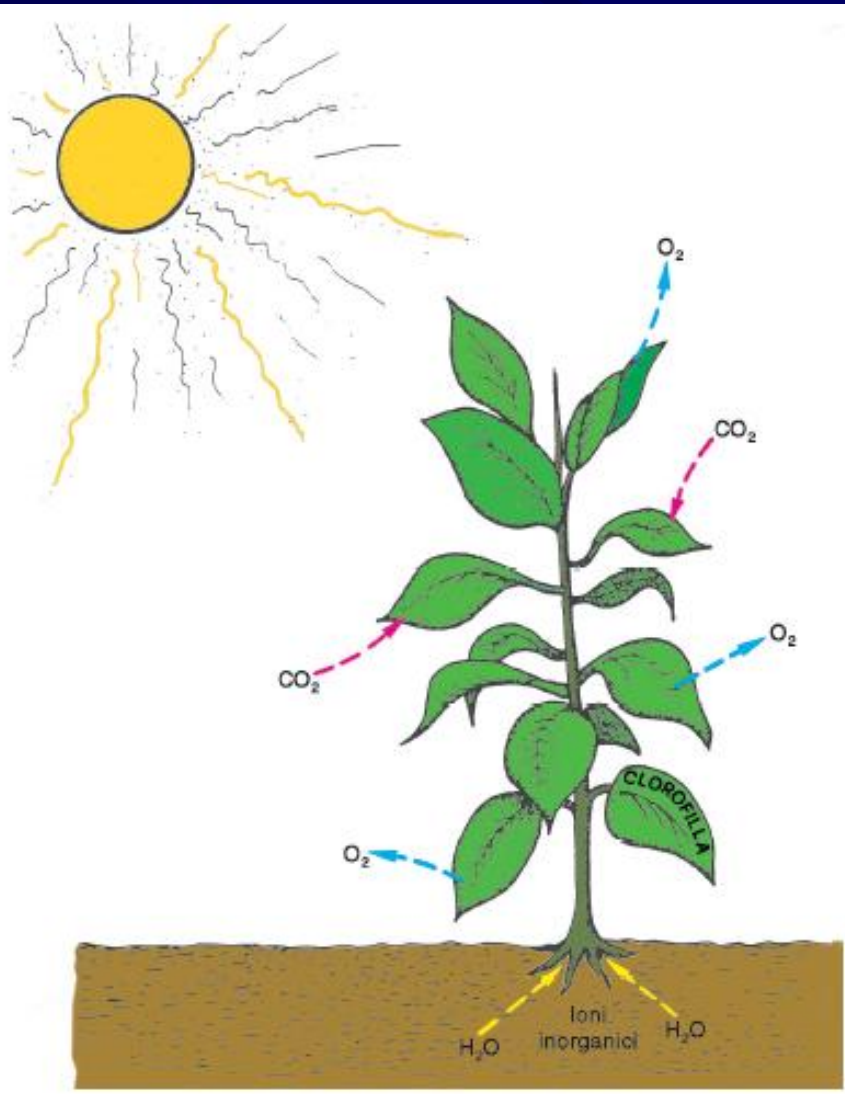


FISIOLOGIA VEGETALE

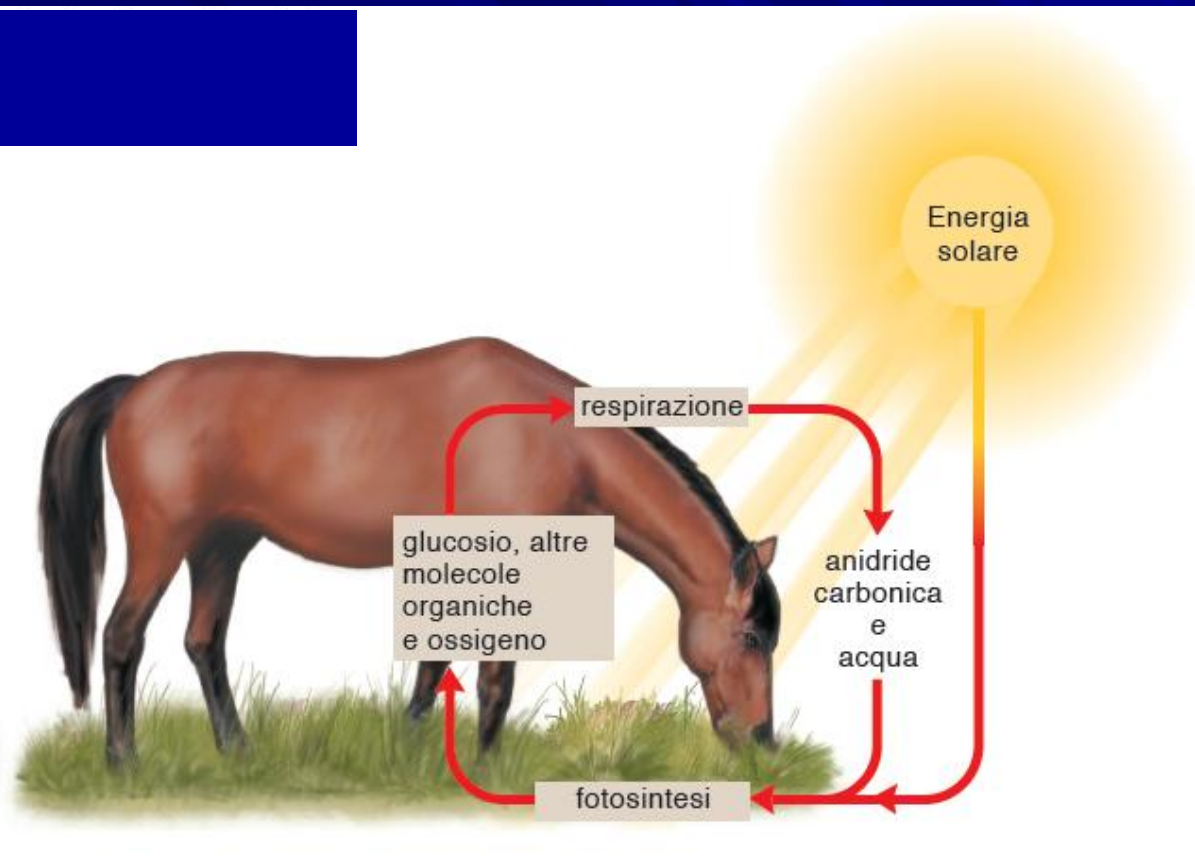
La fotosintesi



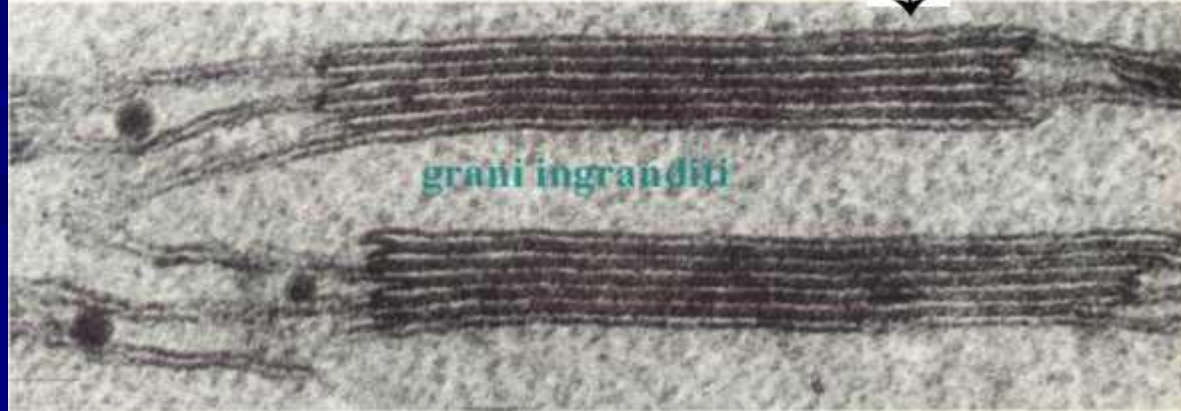
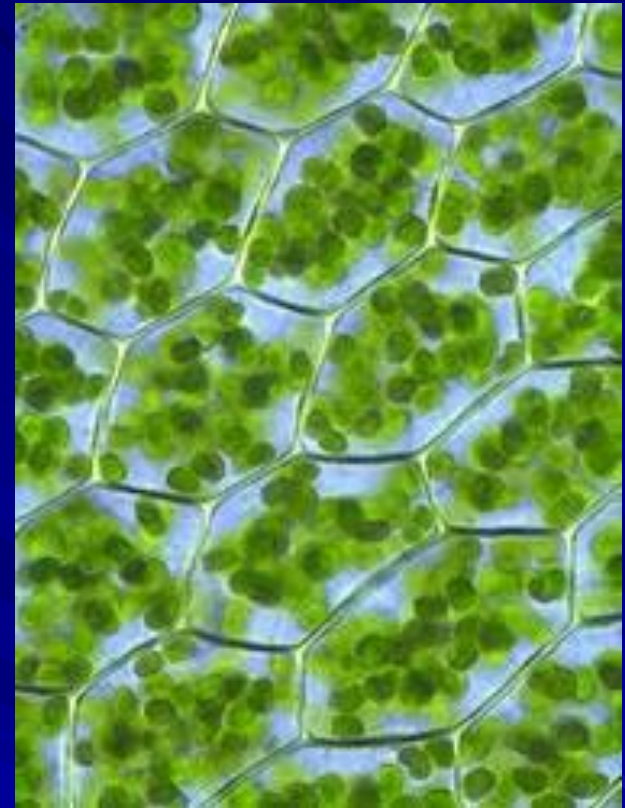
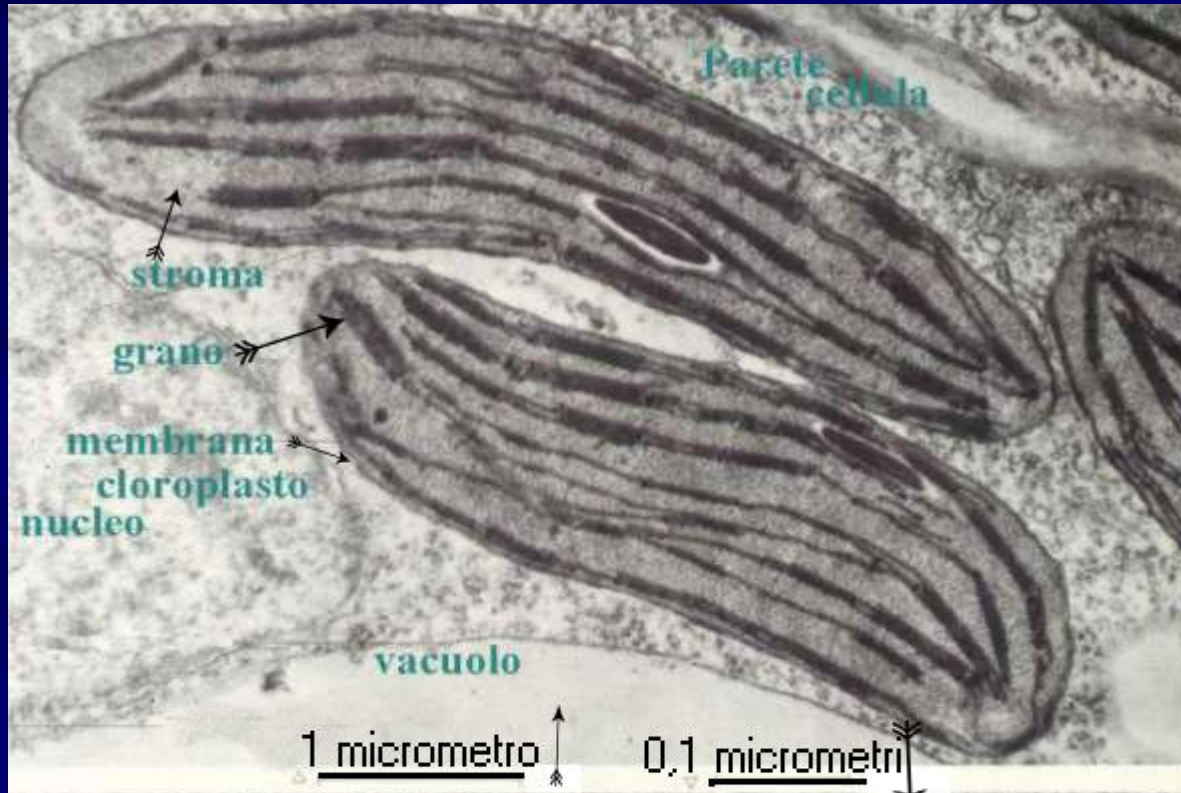
Ogni anno più di 7×10^{11} tonnellate di CO_2 viene utilizzata dalle piante per produrre sostanza organica (circa il 40% attraverso il fitoplancton)

La fotosintesi avviene nei cloroplasti

Figura 10.1 Riepilogo della fotosintesi e della respirazione. La fotosintesi utilizza energia solare per formare carboidrati da anidride carbonica e acqua. La respirazione aerobica utilizza ossigeno per scindere i carboidrati e rilasciare anidride carbonica e acqua.



CLOROPLASTI



FASE LUMINOSA

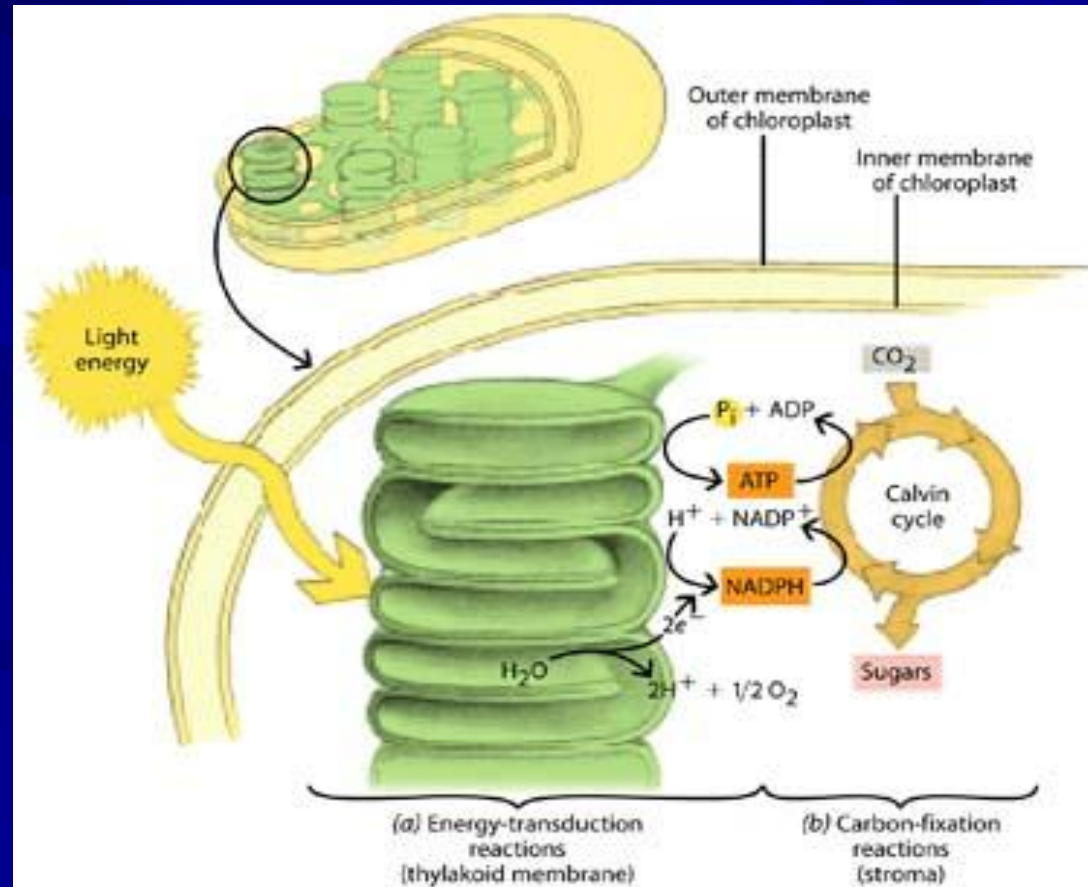
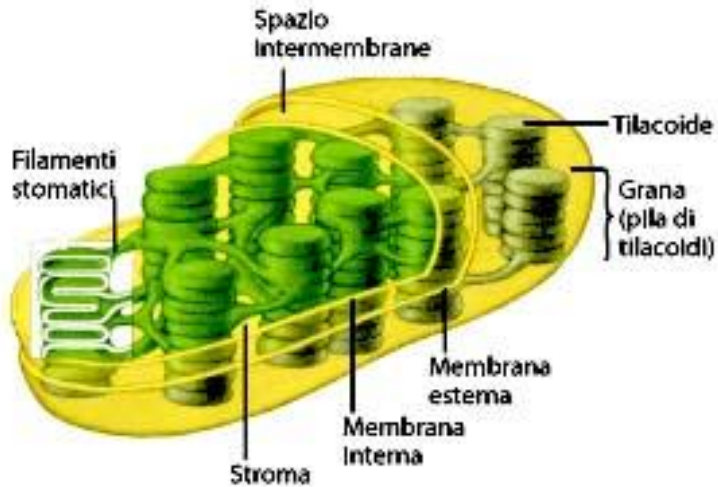
Membrane (tilacoidi)
dei cloroplasti

Fornisce il “carburante”
(ATP e NADPH)

FASE OSCURA o fase di carbonizzazione

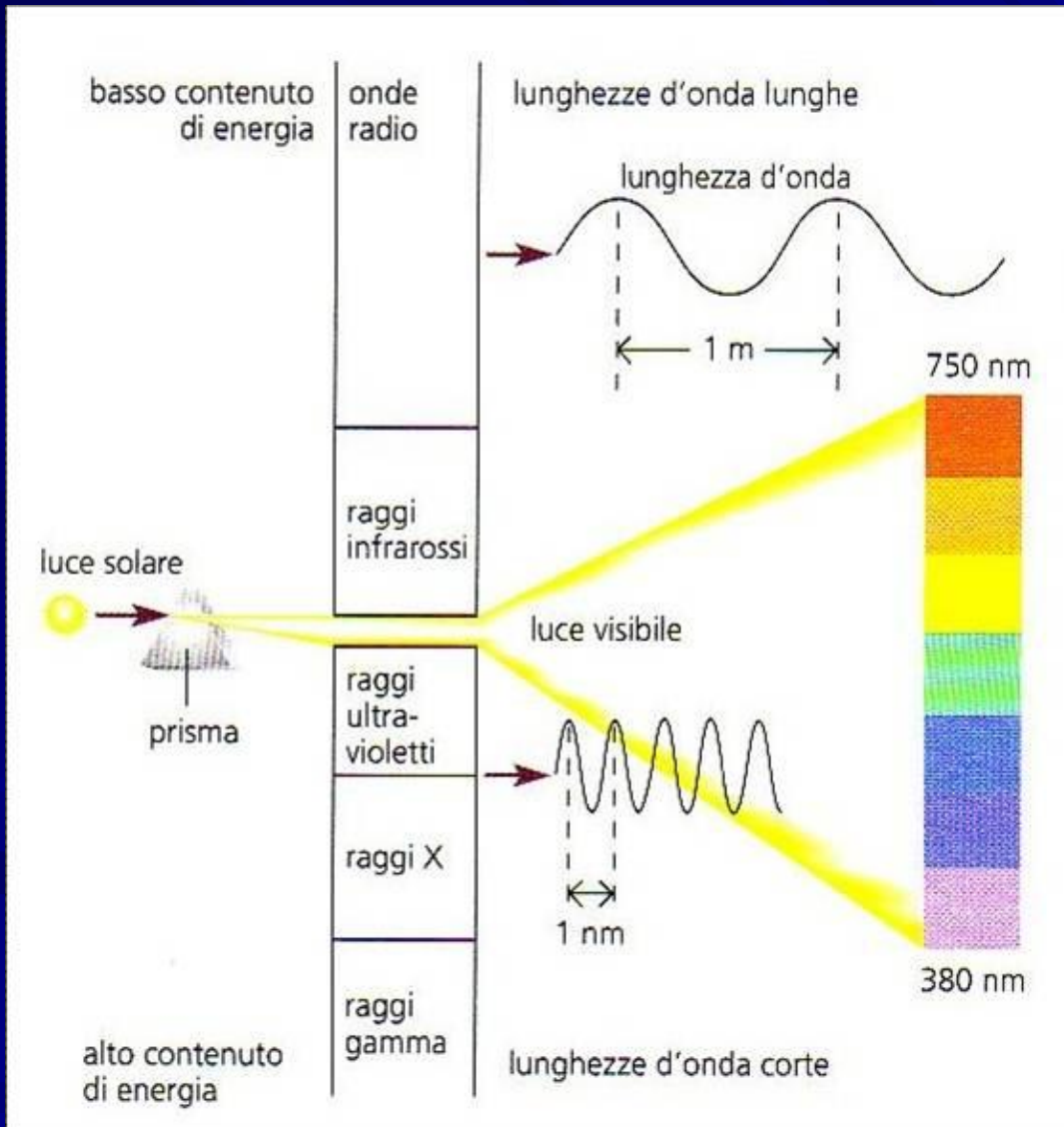
stroma dei cloroplasti

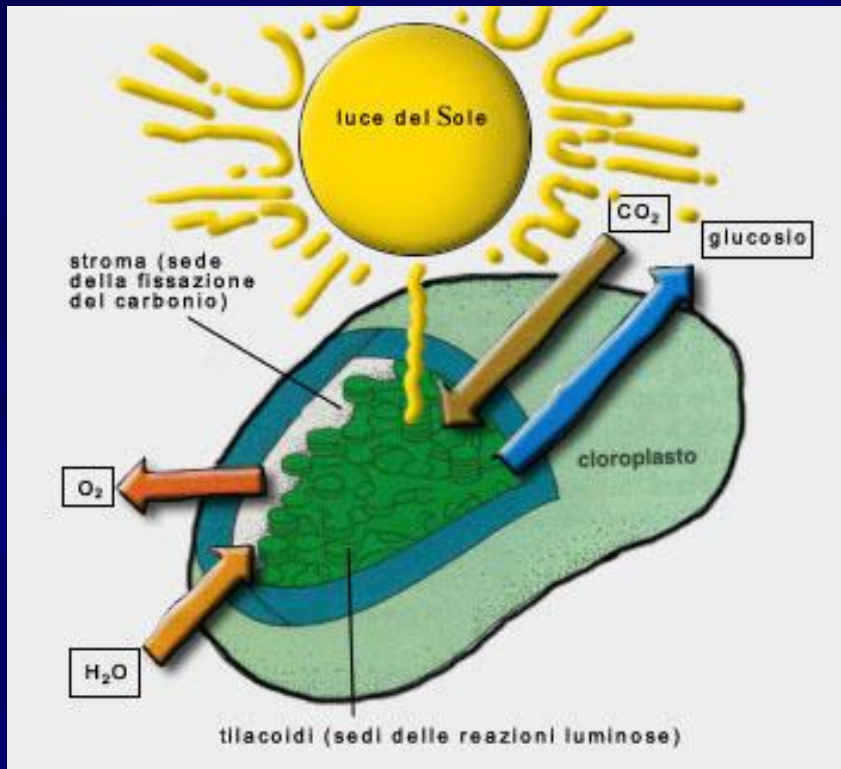
È la vera e propria
organizzazione della CO₂



LA FASE LUMINOSA DELLA FOTOSINTESI

La luce che arriva sulla superficie terrestre ha lunghezze d'onda variabili nello spettro del visibile





La funzione dei **pigmenti fotosintetici**: “catturare” l’energia luminosa

Gli elettroni di tali composti, assorbendo radiazioni di opportuna λ , **possono eccitarsi** cioè passare ad **un livello energetico superiore**

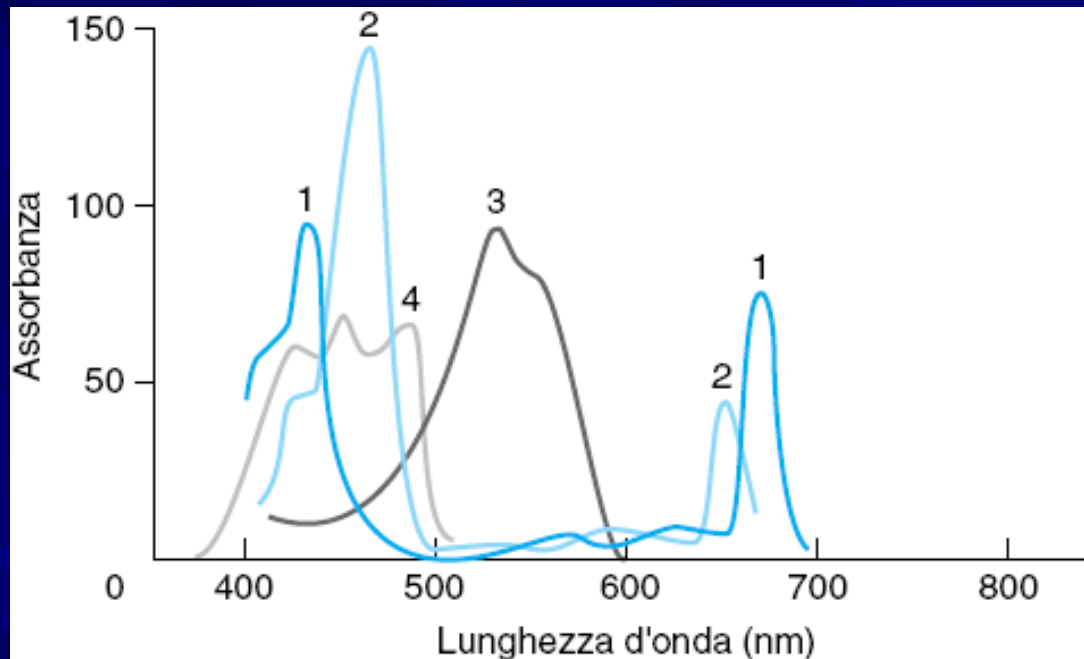
Tendono a tornare allo stato non eccitato **restituendo parte dell’energia assorbita** che è quella sfruttata nella fotosintesi

Pigmenti fotosintetici

Sono molecole organiche (non polimeri) caratterizzate da doppi legami coniugati.

Clorofille (*a e b*)

Carotenoidi



Esperimento di Engelmann (1885)

Figura 7.11 Spettri di assorbimento della clorofilla *a* (curva 1), della clorofilla *b* (curva 2), di una ficobilina (curva 3) e del β -carotene (curva 4).

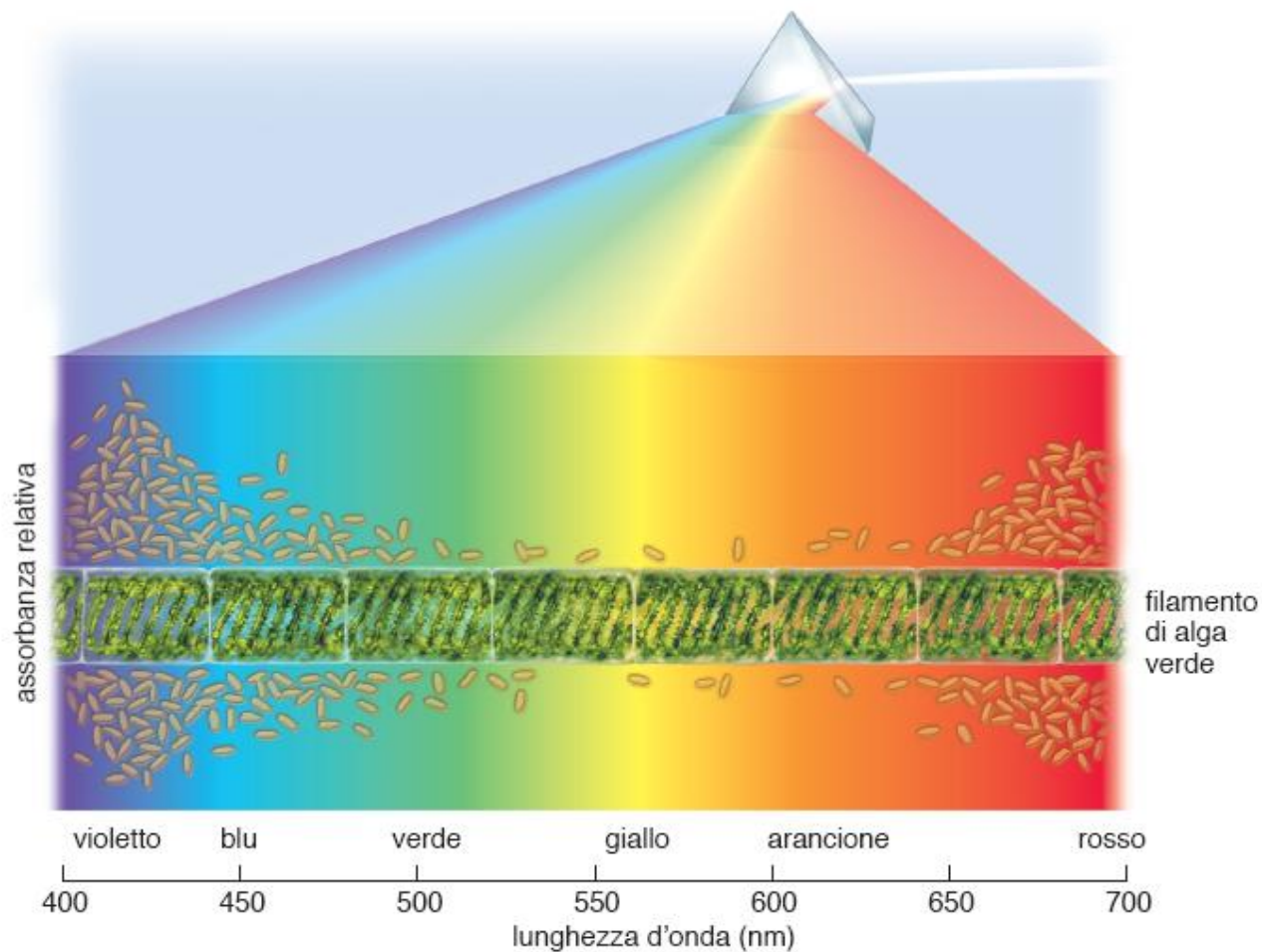


Figura 10.6 Esperimento di Engelmann. Un piccolo spettro di luce è focalizzato su un vetrino da microscopio contenente un filamento (catenella) di cellule dell'alga *Spirogyra* sospese in acqua e in presenza di batteri che si muovono verso la fonte di ossigeno. I batteri si assemblano nelle aree esposte alla porzione rossa e blu-violetta dello spettro.

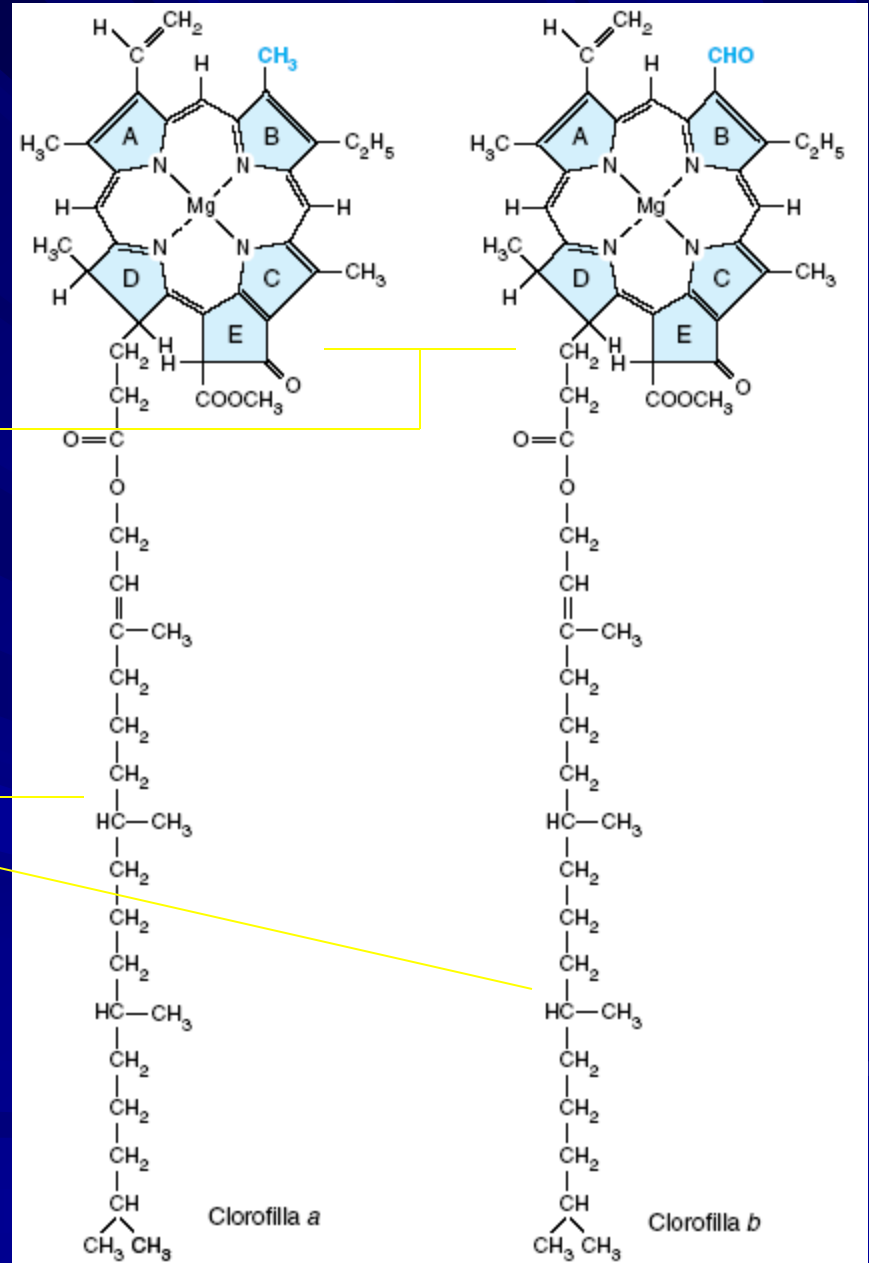
Figura 7.10 Struttura della clorofilla a, caratterizzata dalla presenza, sull'anello porfirinico di un gruppo metilico (CH_3). Nella clorofilla b questo è sostituito da un gruppo aldeidico (CHO).

Anello porfirinico con al centro un atomo di **Mg**

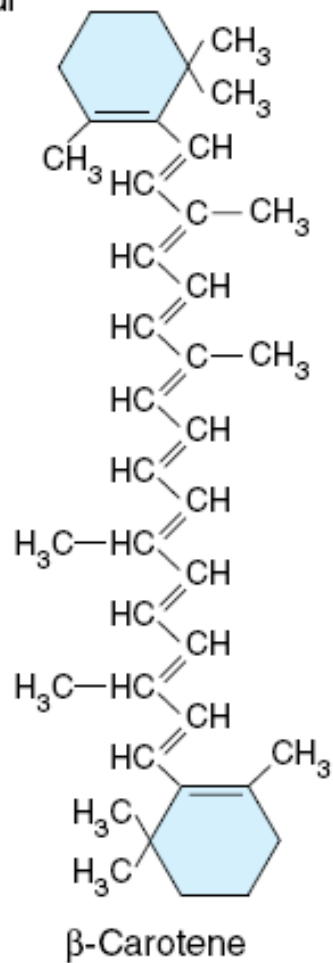
E' la parte che assorbe l'energia luminosa

Lunga catena idrofobica

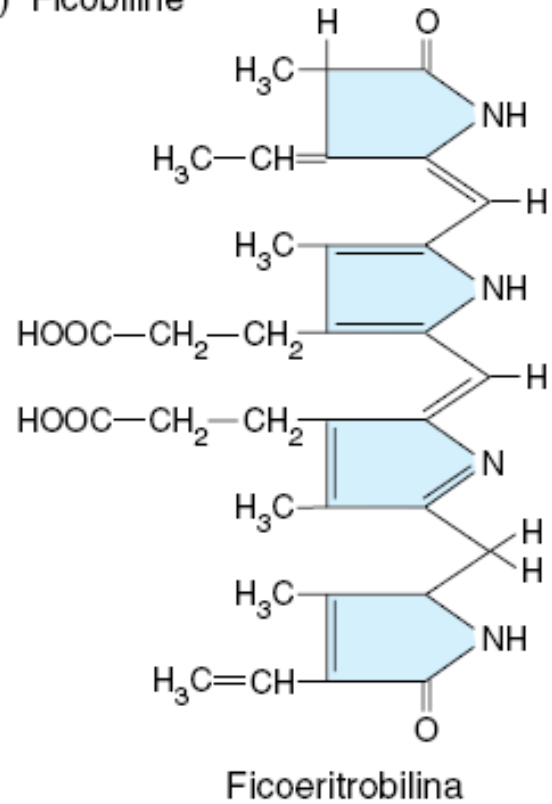
E' la parte ancorata alla membrana



(A) Carotenoidi



(B) Ficobiline



La restituzione dell'energia dallo stato eccitato può avvenire in varie forme:

a) fluorescenza, ovvero emissione di un luce a maggiore λ

b) **Trasferimento per risonanza**: l'energia è trasferita ad una molecola vicina che ha un livello di energia inferiore alla donatrice (una parte è dissipata come calore)

c) **ossidazione**: l'elettrone eccitato viene ceduto ad una altra molecola che quindi si riduce

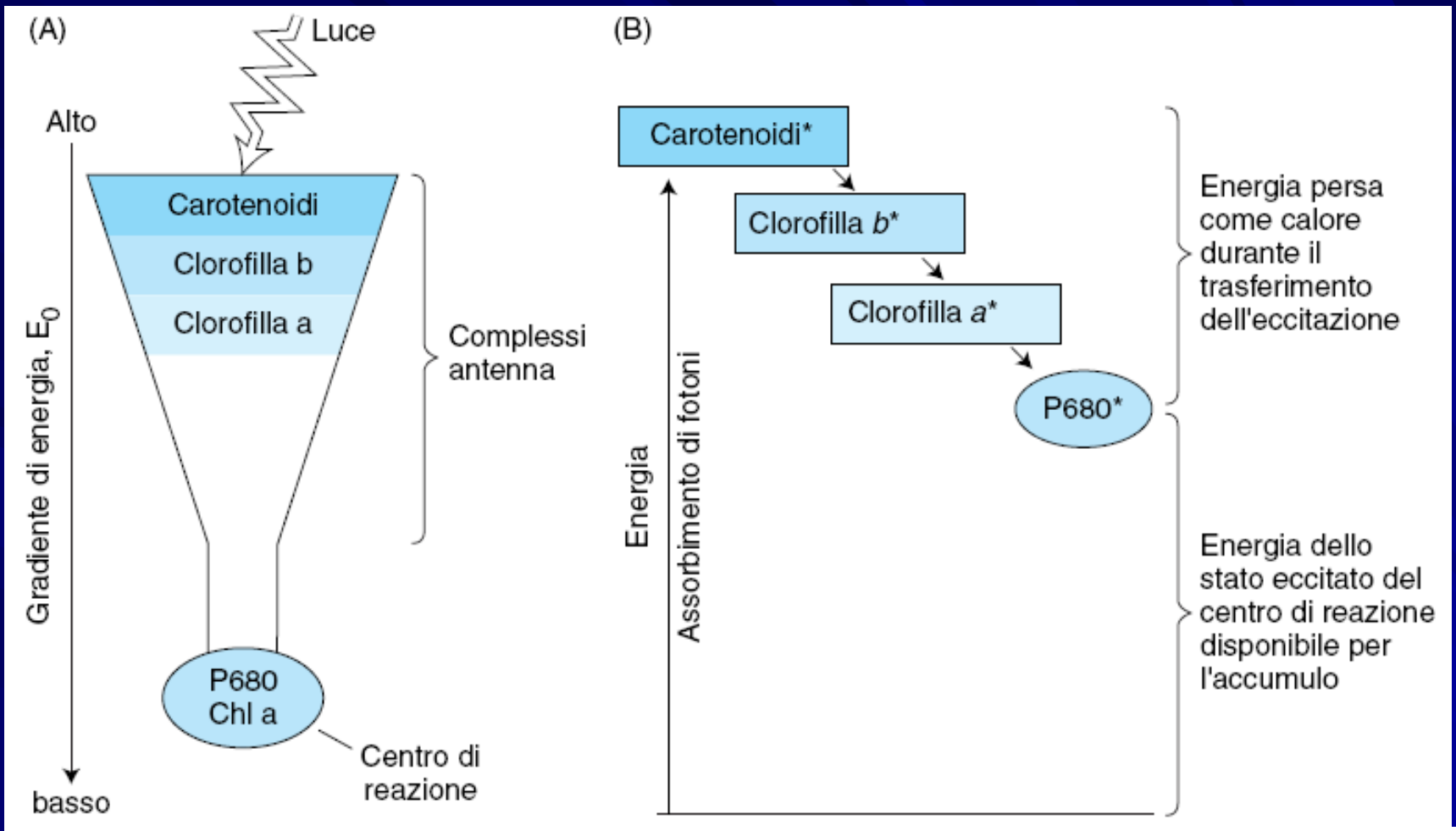
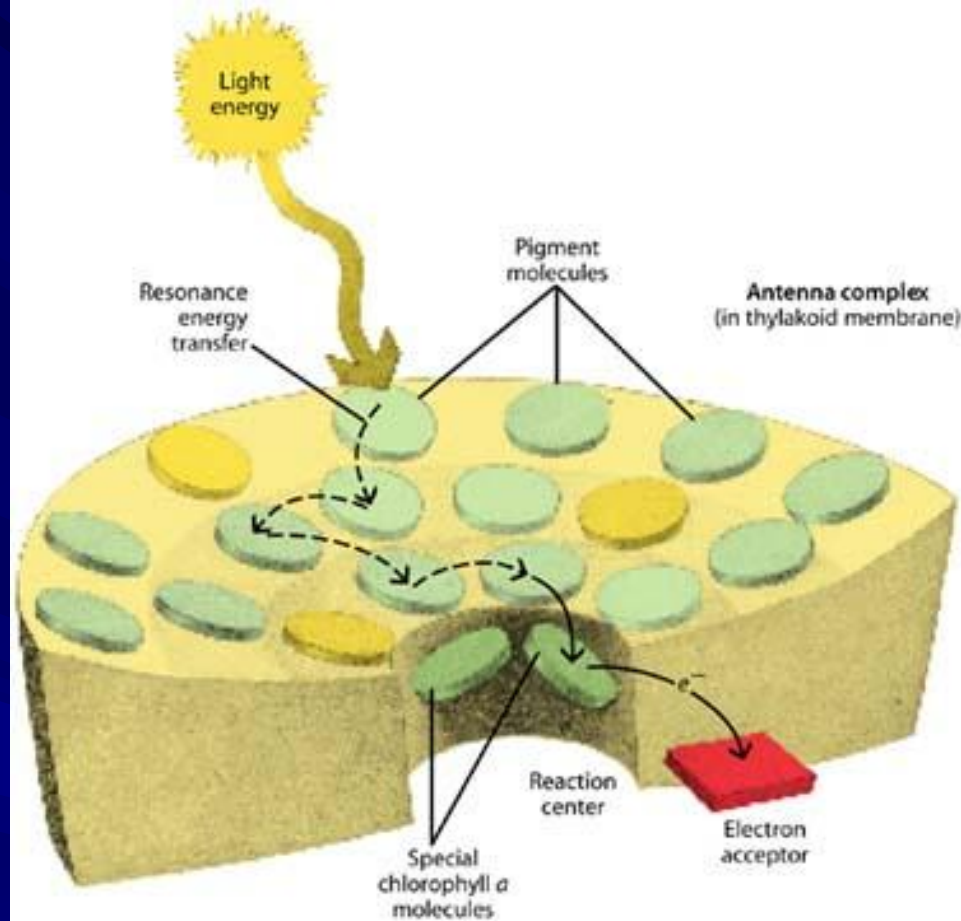


Figura 7.13 Schema del funzionamento del complesso antenna costruito in modo da incanalare le eccitazioni dei diversi pigmenti verso il centro di reazione. Durante questo trasferimento una parte viene dispersa nell'ambiente sotto forma di calore, ma la maggior parte viene donata al centro di reazione. (Da Taiz, Zeiger, l.c.).

Unità fotosintetica insieme di pigmenti (250-400 molecole) a livelli energetici leggermente diversi tra di loro che termina con una **trappola** o **centro di reazione**



Il **centro di reazione** o trappola **cede energia perdendo un' elettrone** che attraverso una **catena di trasportatori** sarà impiegato per la sintesi di **ATP** e **NADPH**

La grande quantità di pigmenti presenti nelle foglie permette di catturare sufficiente luce anche nei giorni con poco sole

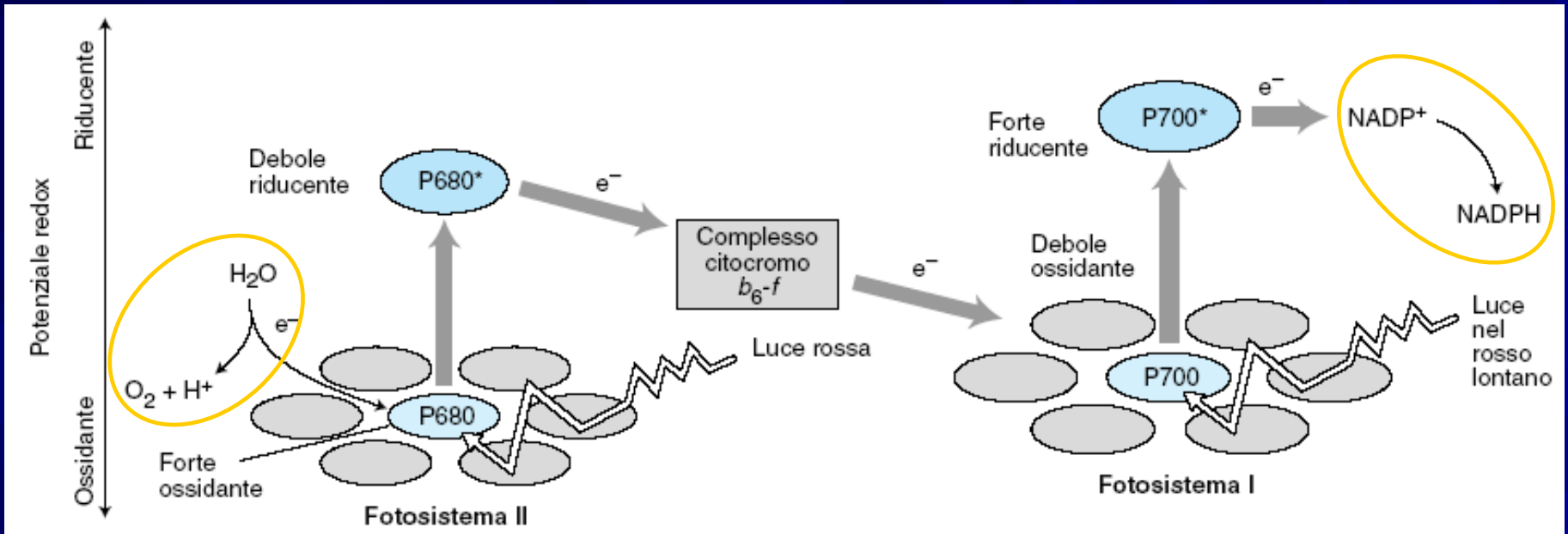
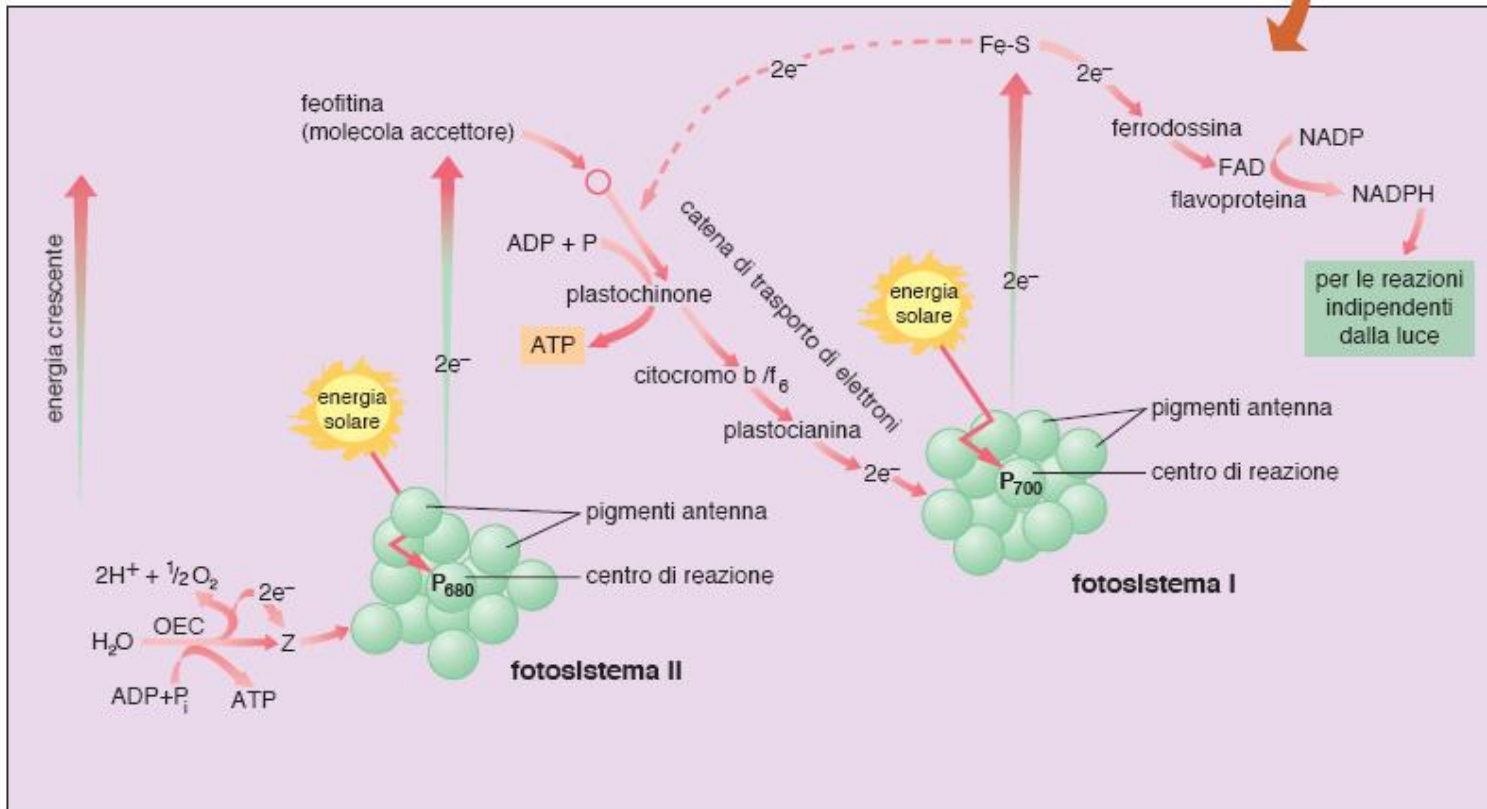
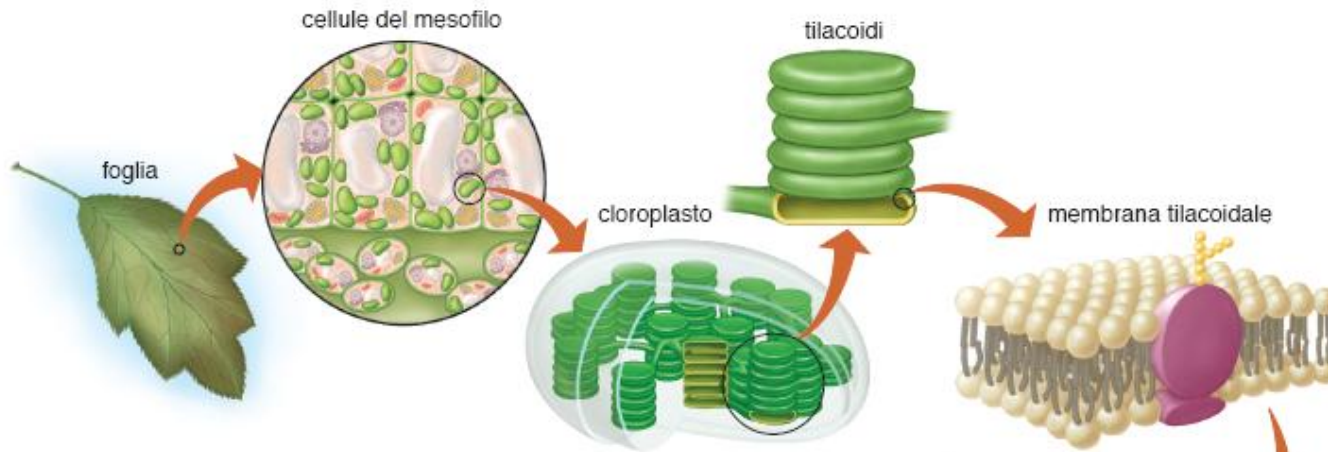
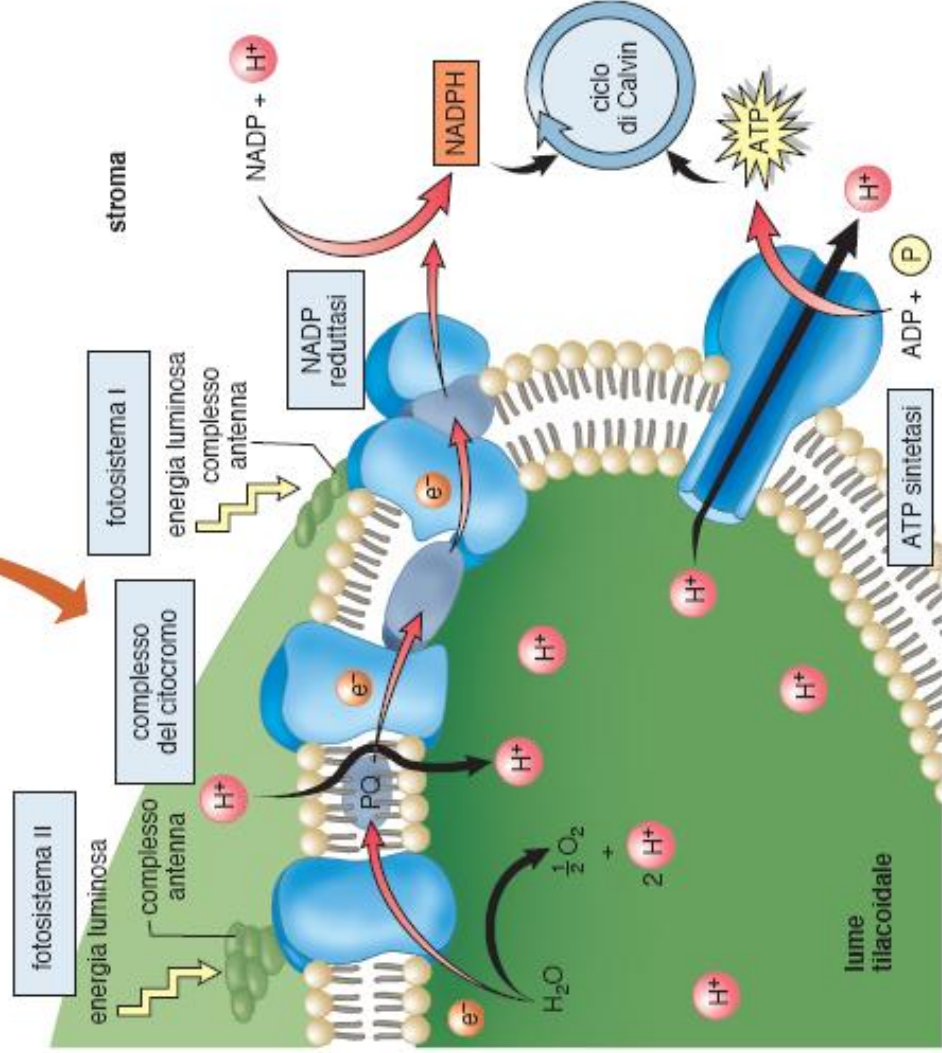
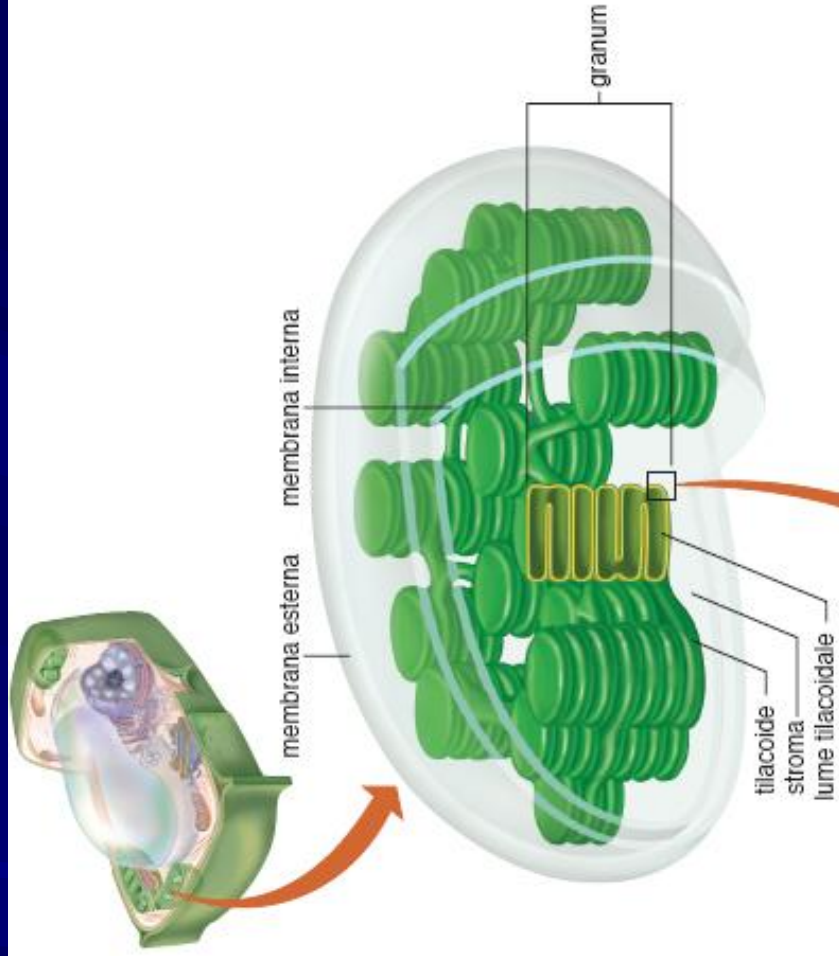
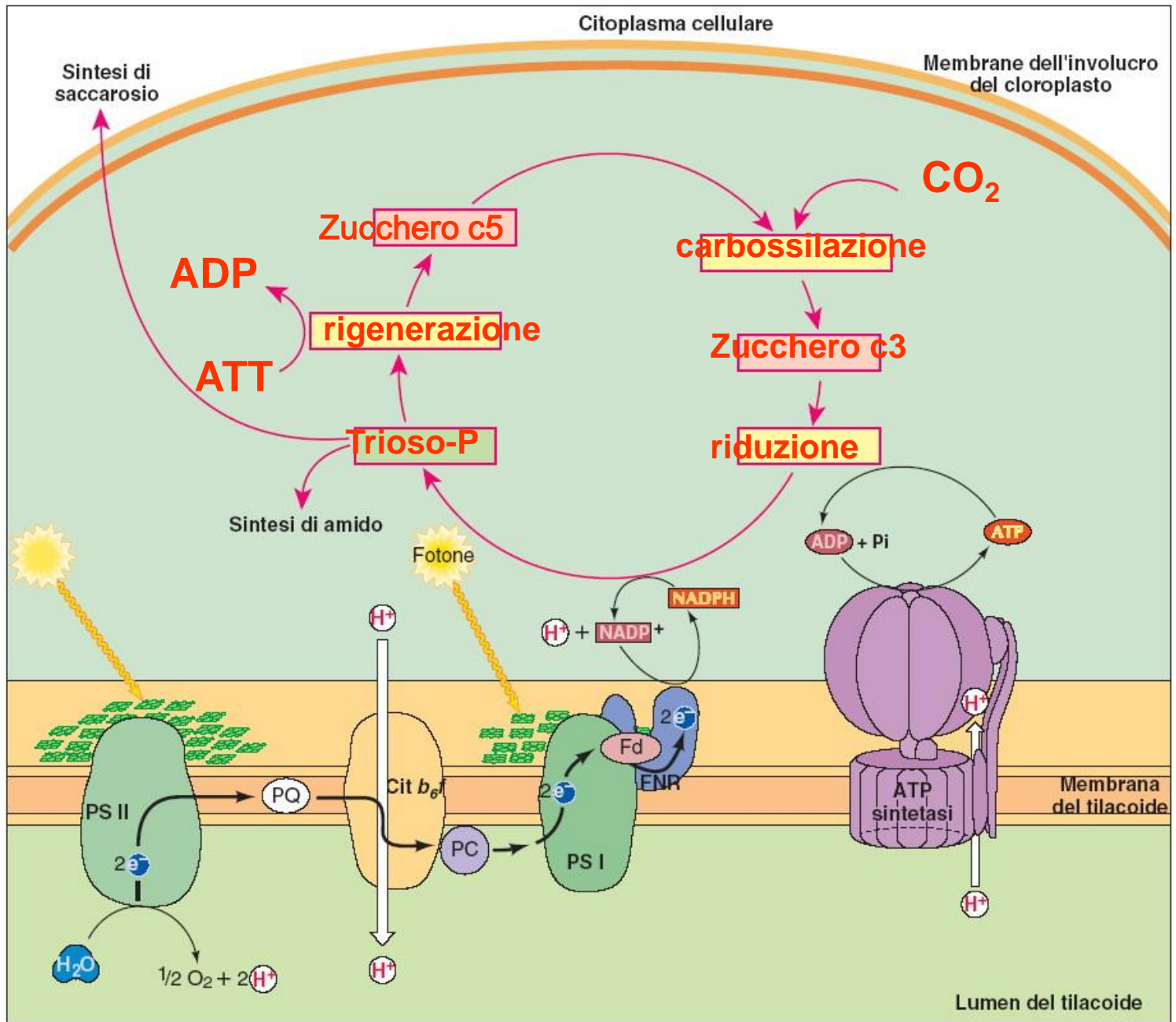


Figura 7.14 Schema Z della fotosintesi.

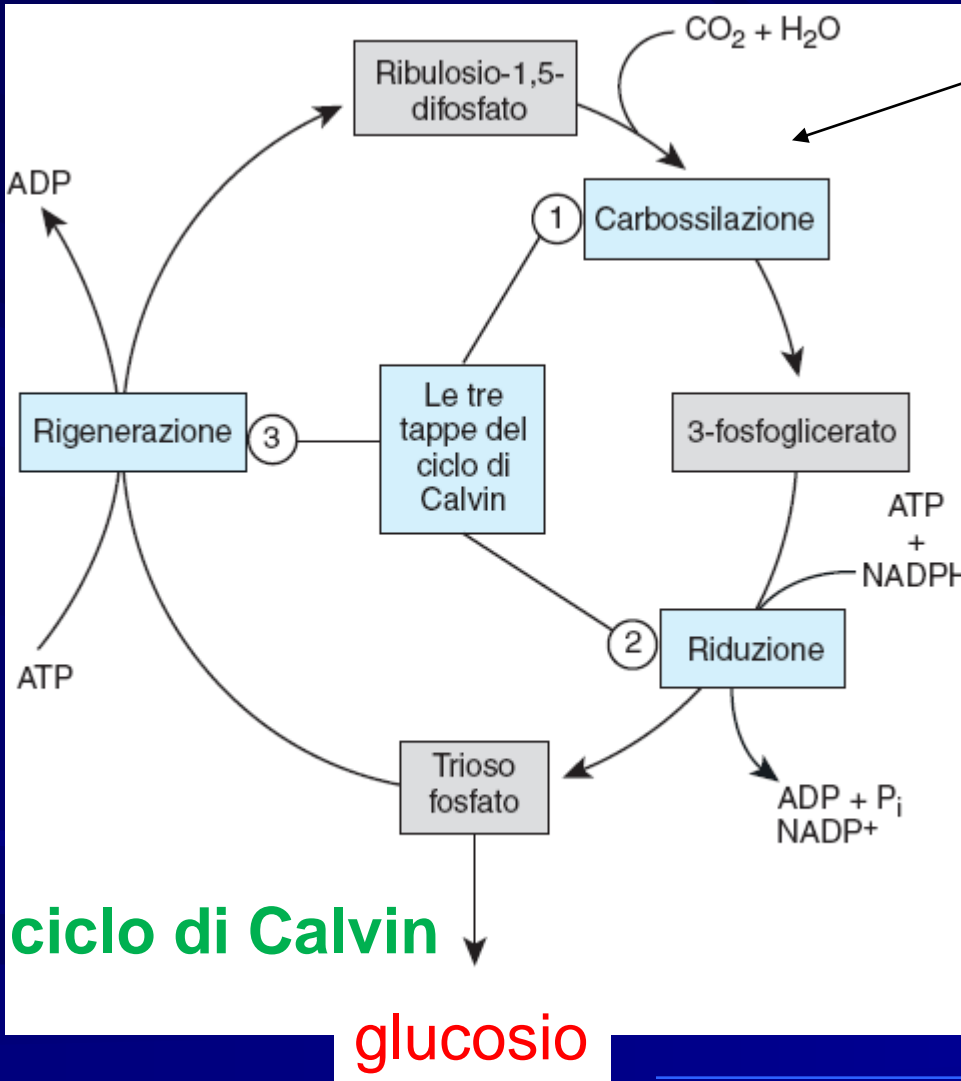






LA FASE OSCURA DELLA FOTOSINTESI

Avviene nello **stroma del cloroplasto**



Ribuloso difosfato carbossilasi (**Rubisco**)

Ad ogni ciclo si consumano 3 ATP e 2 NADPH prodotti nella fase luminosa

lipidi

amminoacidi

Altri carboidrati

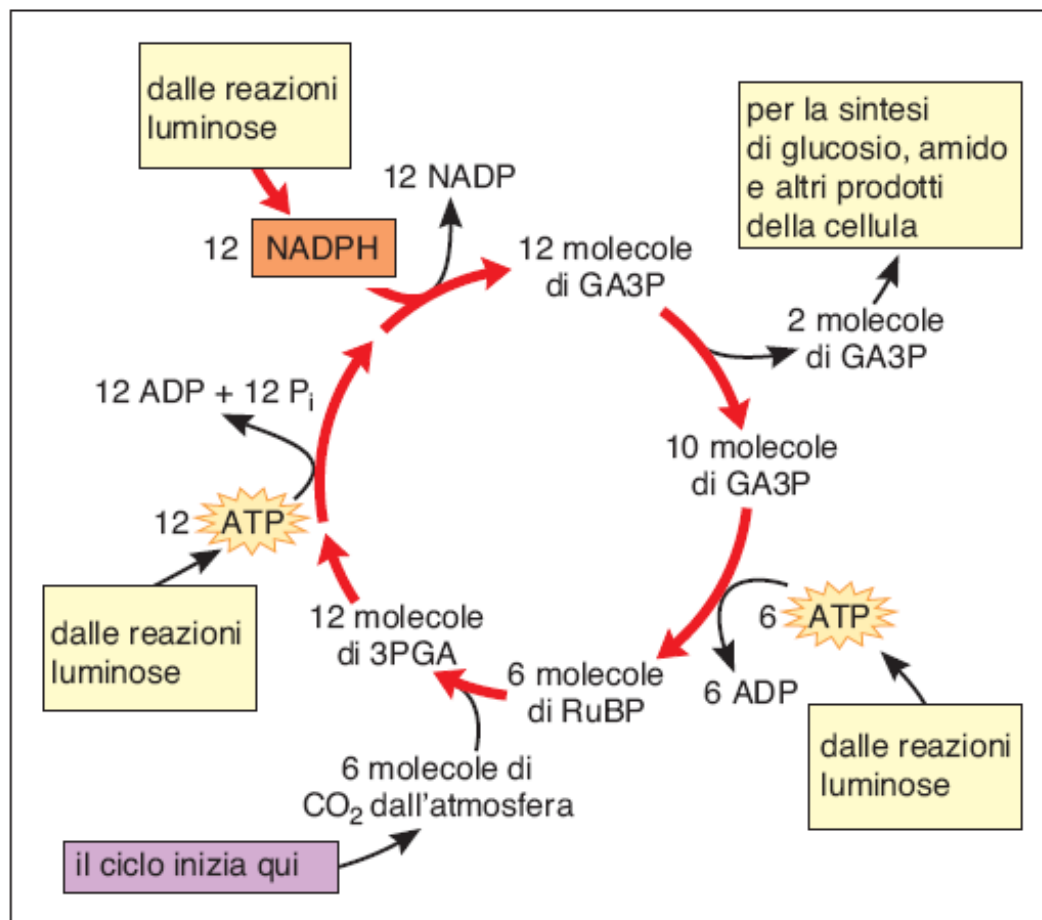
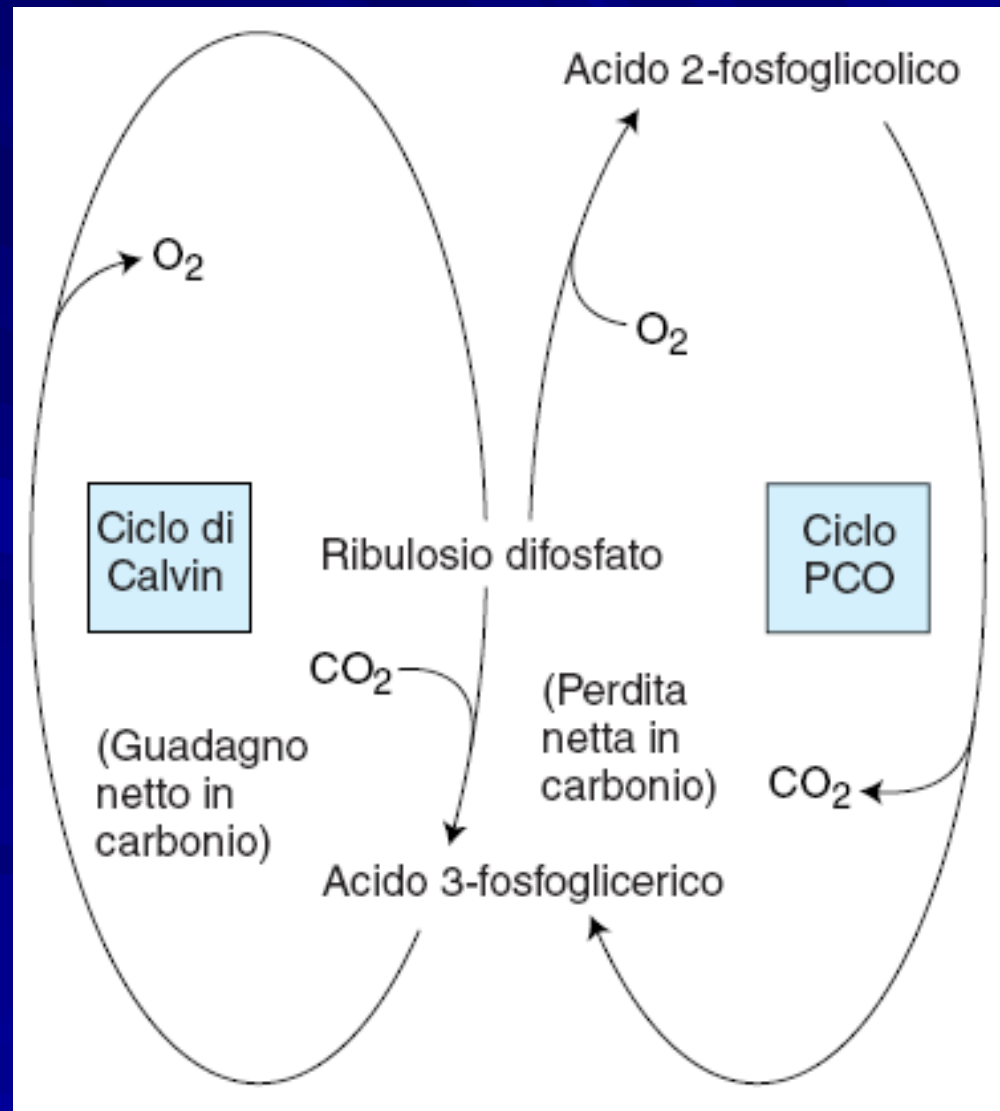


Figura 10.10 Il ciclo di Calvin (reazioni indipendenti dalla luce) della fotosintesi. Il ciclo avviene nello stroma dei cloroplasti dove ogni stadio è controllato da diversi enzimi. Le molecole di anidride carbonica provenienti dall'atmosfera entrano nel ciclo una alla volta rendendo necessari sei giri per produrre una molecola di glucosio a 6 atomi di carbonio (C₆H₁₂O₆).

Fotorespirazione (o ossidazione fotorespiratoria del carbonio, **PCO**) è una reazione che avviene sempre per intervento dell'enzima **rubisco** ed è **in competizione con la fotosintesi**. Similmente alla respirazione si ha consumo di O_2 e immissione di CO_2

Se la concentrazione di CO_2 è alta e quella di O_2 è bassa, prevale il ciclo di Calvin al contrario prevale la PCO



Fattori che influenzano la fotosintesi

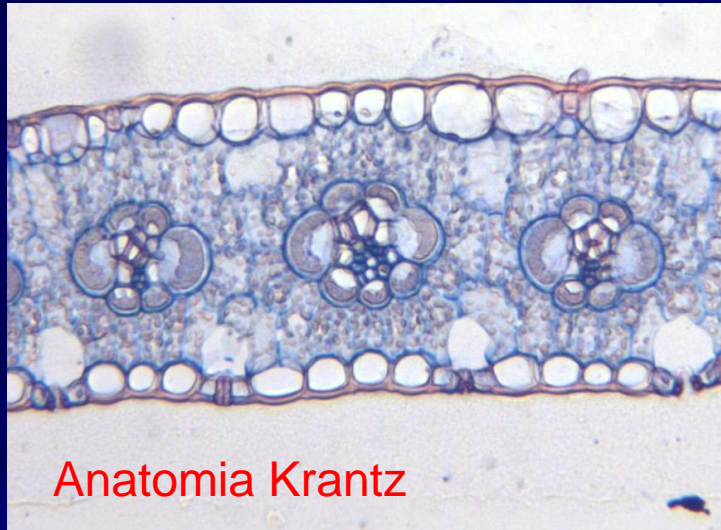
La fotosintesi è maggiormente influenzata da parametri ambientali quali **luce**, **temperatura** e disponibilità di **CO₂**

punto di compensazione: corrisponde ad un valore di un determinato parametro al quale respirazione e fotosintesi si equivalgono

La fotosintesi aumenta all'aumentare della T ma solamente nell'intervallo 10-30 °C, si arresta completamente a 50°C.

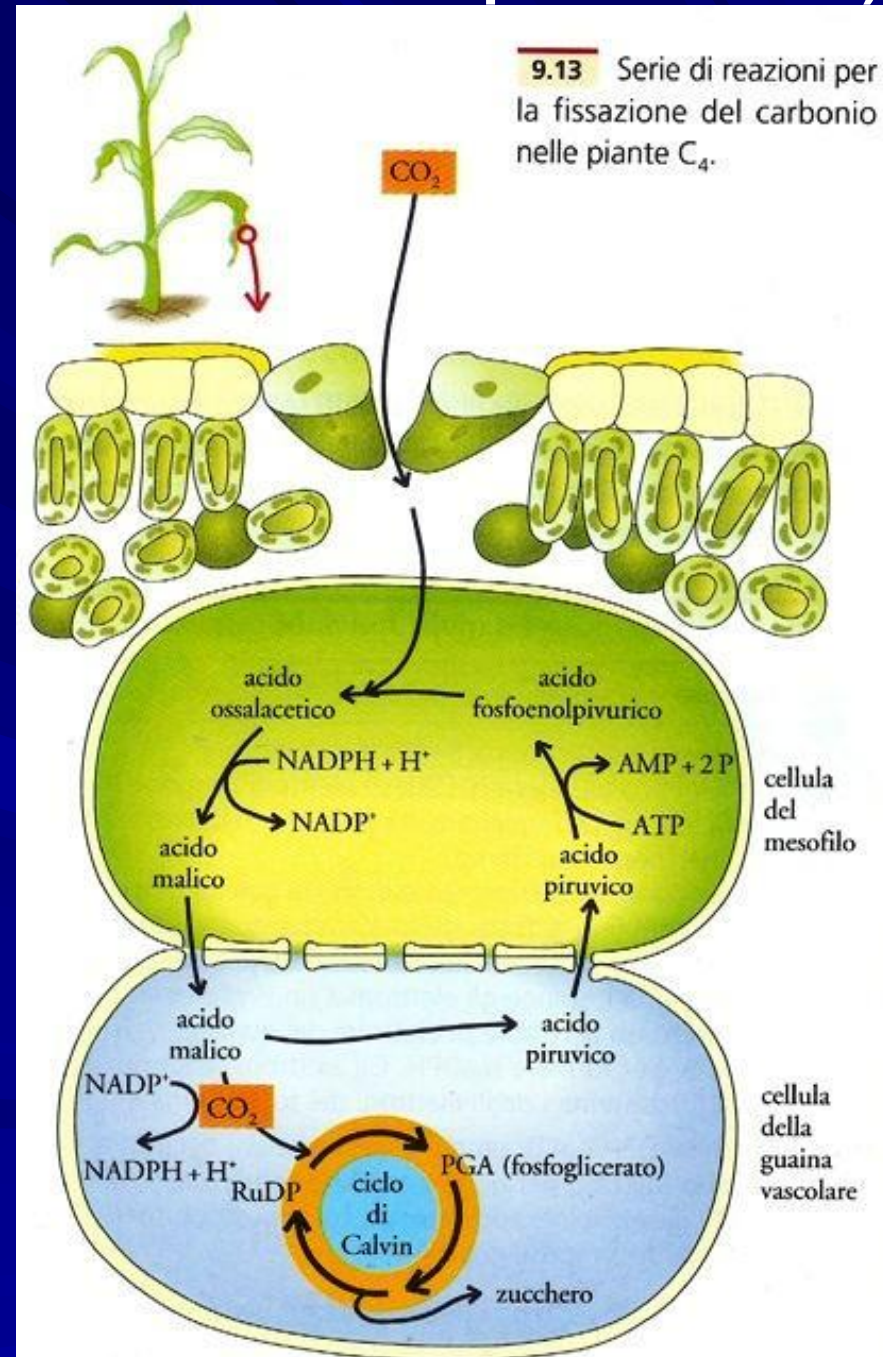
Un'eccessiva radiazione luminosa può determinare la fotoossidazione della clorofilla

Piante C₄ (graminacee di climi caldi tropicali e caldi)



Le cellule della guaina del fascio hanno cloroplasti privi di grana ma ricchi di granuli di amido

Questa via metabolica serve per concentrare la CO₂ al sito di azione dell'enzima rubisco, si ha quindi una fotosintesi più efficiente
(Graminaceae, Compositae)



Piante CAM (Crassulacean Acid Metabolism)

Sono piante che vivono in **climi aridi** (Crassulaceae, Cactaceae) ed è un adattamento a tali condizioni.

La CO_2 viene fissata formando molecole a 4 atomi di carbonio. Questa reazione avviene di **notte** e necessita **l'apertura degli stomi**.

Di **giorno** gli **stomi sono mantenuti chiusi**, ma tali molecole vengono **decarbossilate** e la CO_2 immessa nel ciclo di Calvin.

In questo modo le piante evitano di aprire gli stomi di giorno impedendo una eccessiva traspirazione

Fotosintesi CAM

