

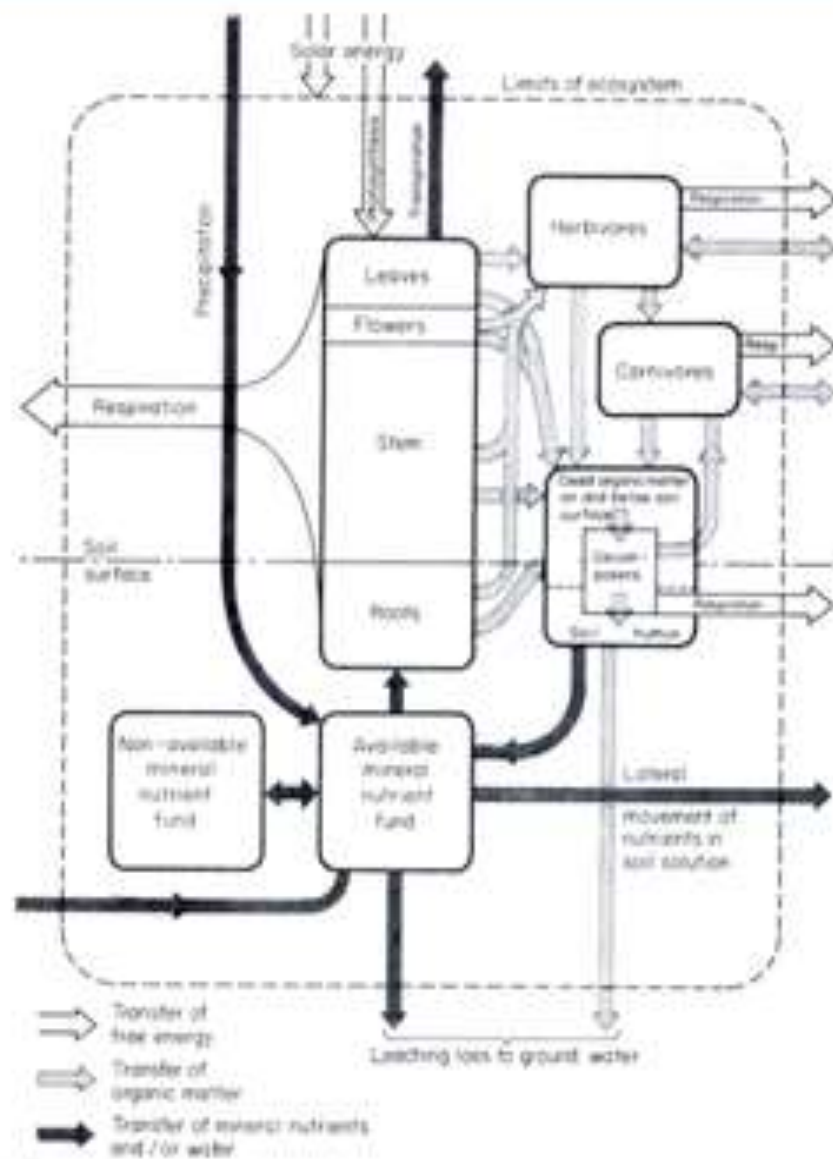
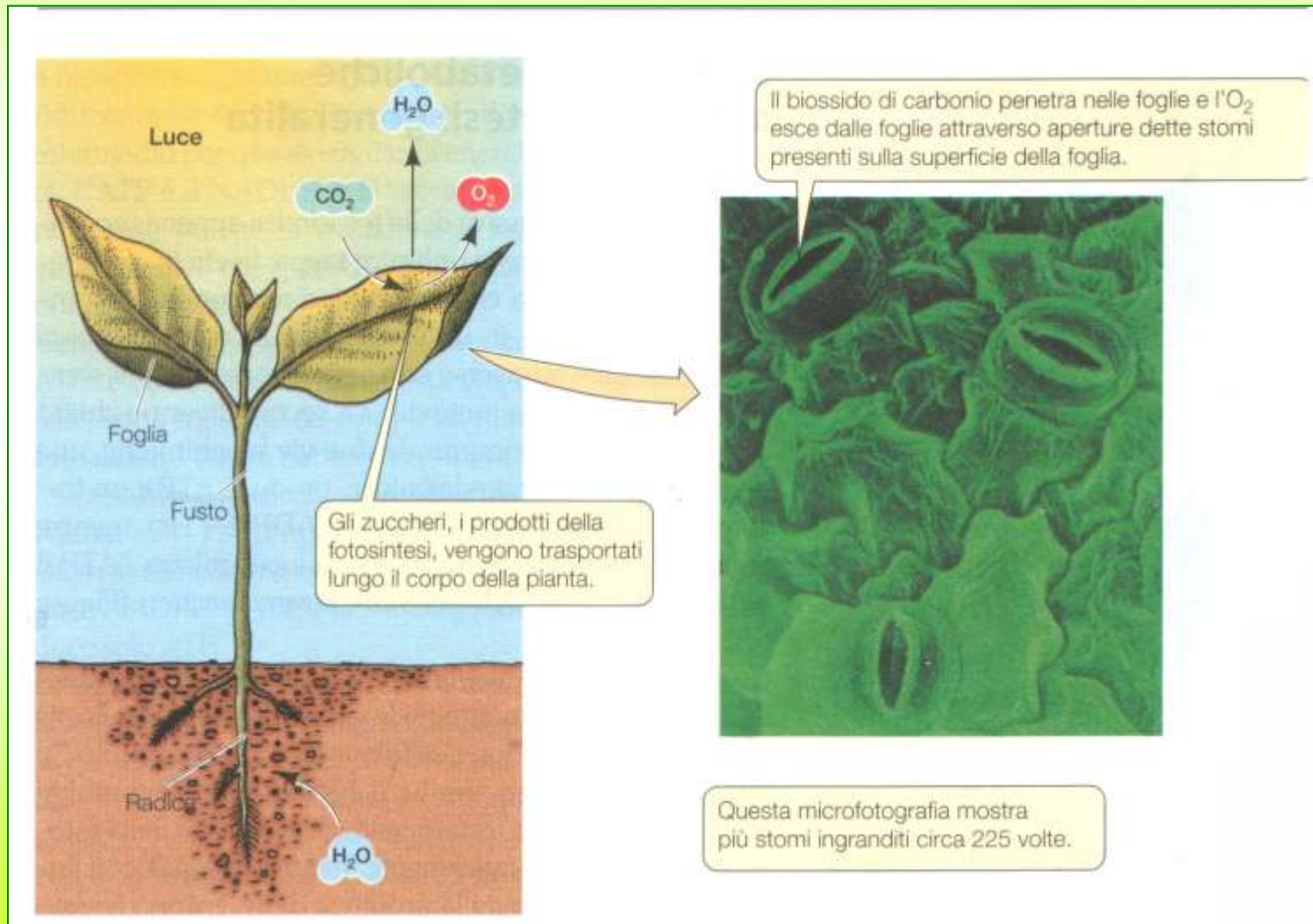


Figure 1.1 General representative diagram of an ecosystem.

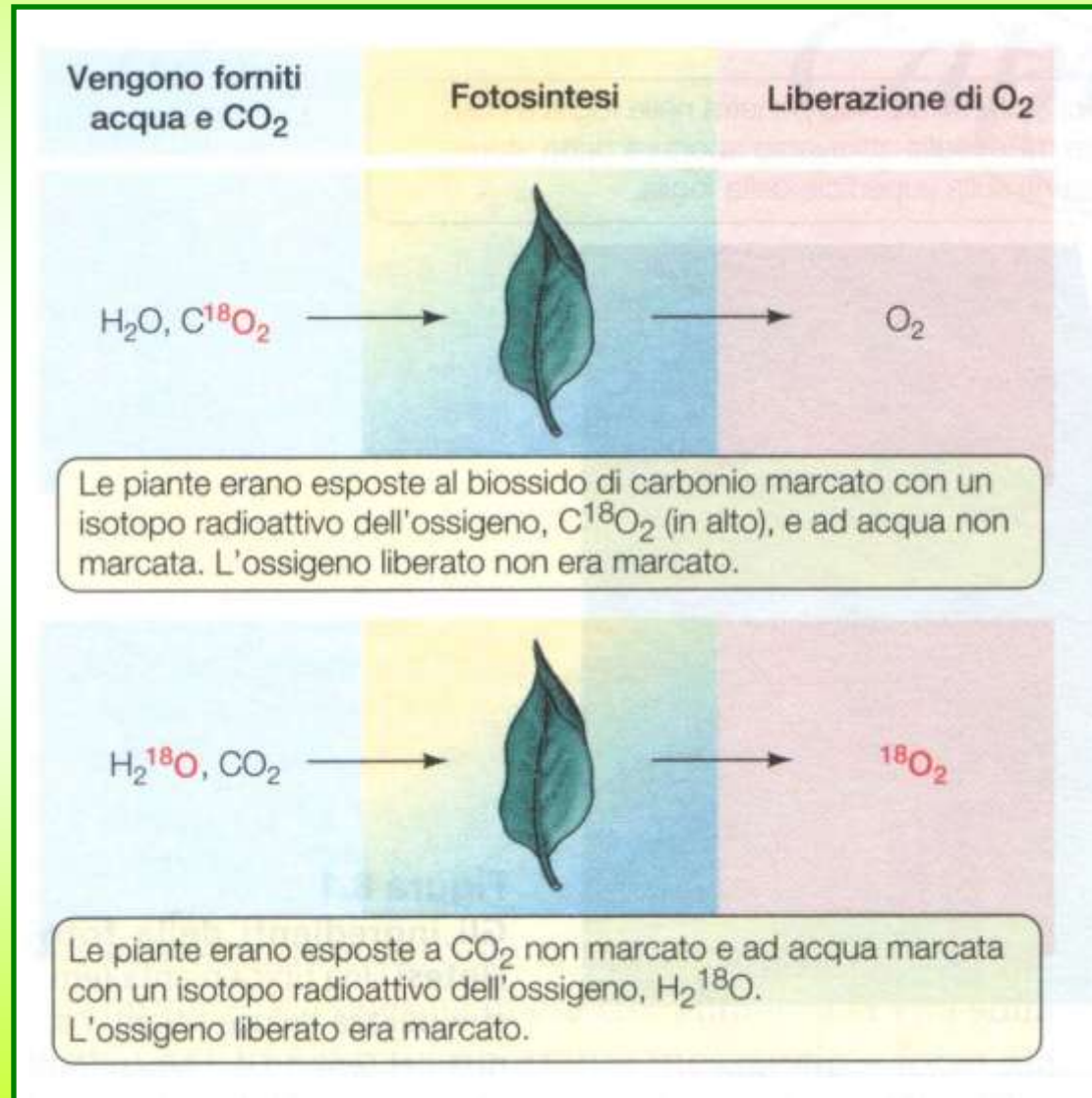
GLI INGREDIENTI DELLA FOTOSINTESI

Una tipica pianta terrestre utilizza la luce solare, l'acqua del terreno e il biossido di carbonio dell'atmosfera per sintetizzare composti organici attraverso il processo della fotosintesi:



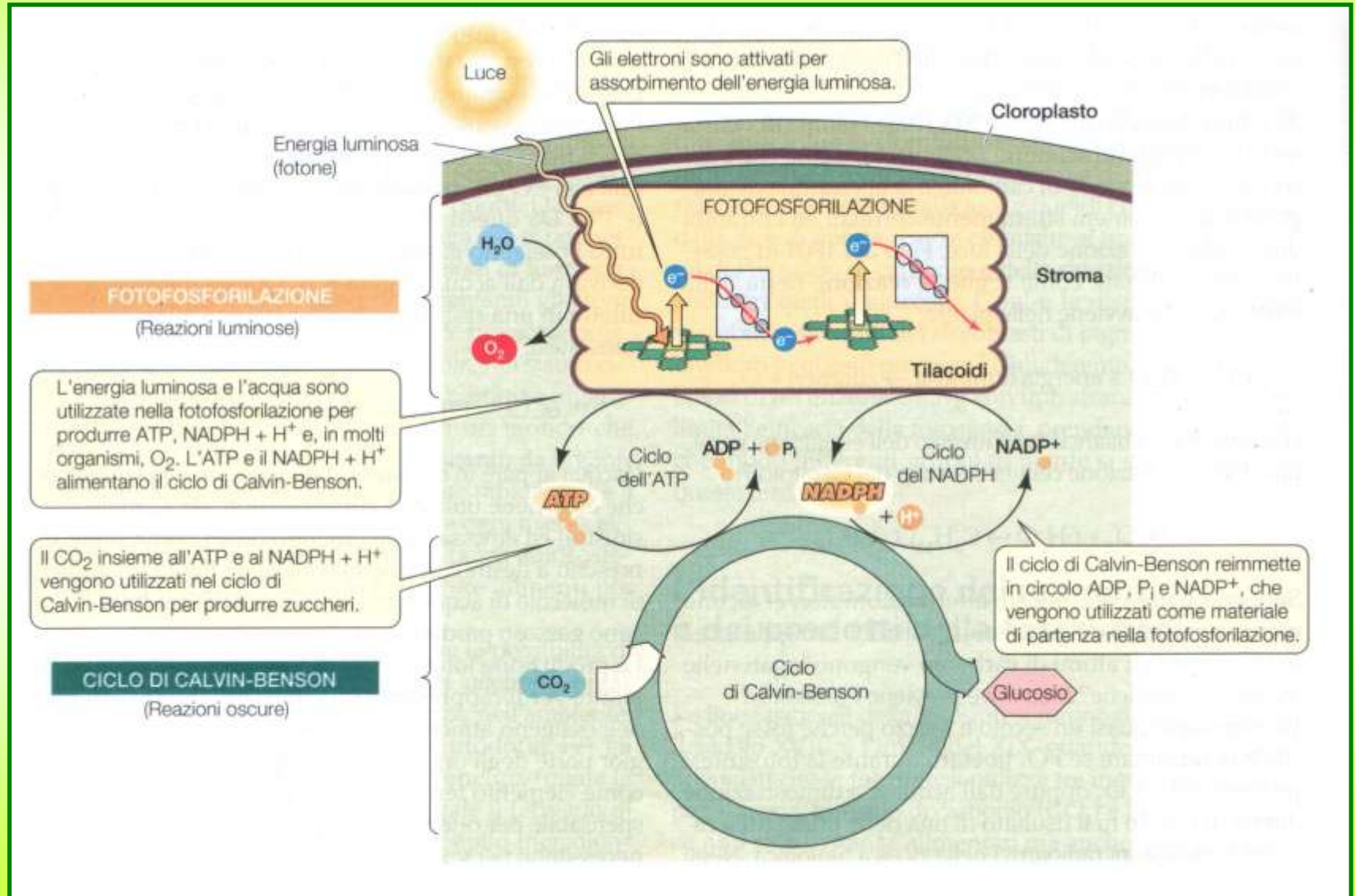
L'ACQUA E' LA FONTE DELL'OSSIGENO LIBERATO DURANTE LA FOTOSINTESI

Poiché solo le piante cui era stata somministrata acqua marcata con l'isotopo dell' O_2 liberavano $^{18}O_2$, l'esperimento dimostra che l'acqua è la fonte dell'ossigeno liberato durante la fotosintesi



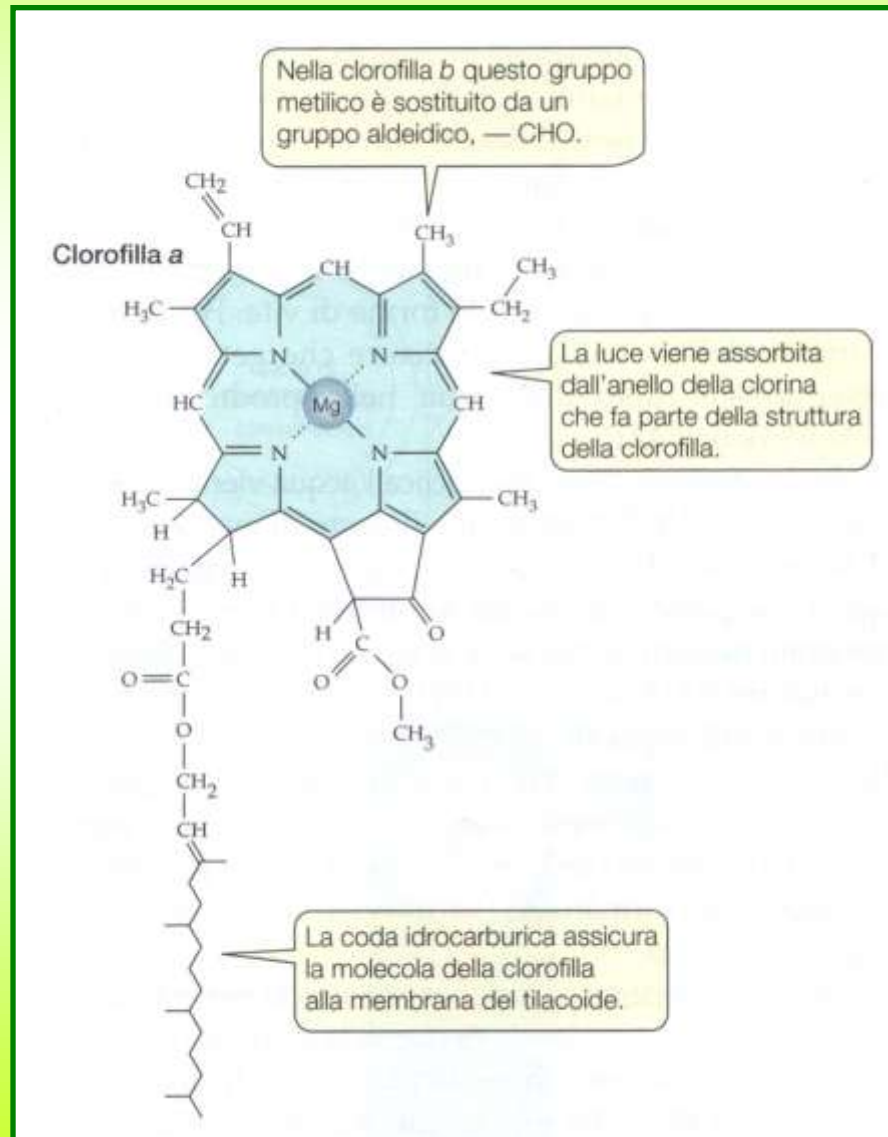
RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA FOTOSINTESI

La radiazione fotosintetica complessiva comprende due vie: la fotofosforilazione e il ciclo di Calvin-Benson



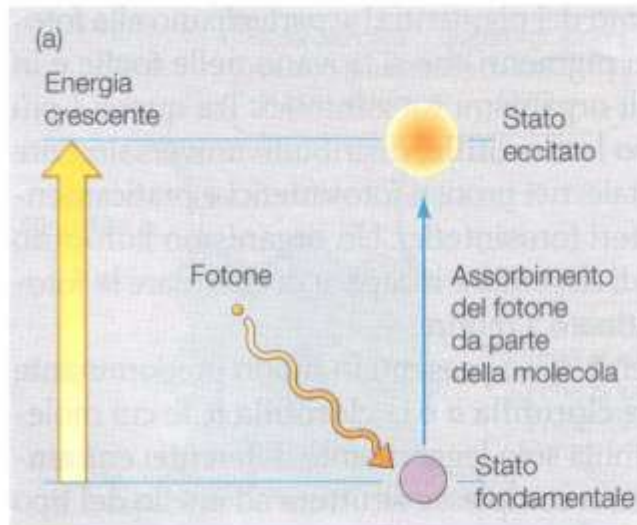
STRUTTURA DELLA CLOROFILLA

Una molecola di clorofilla consiste di un anello porfirinico (clorina) che ospita al centro un atomo di magnesio (in grigio) e possiede una "coda" idrocarburica

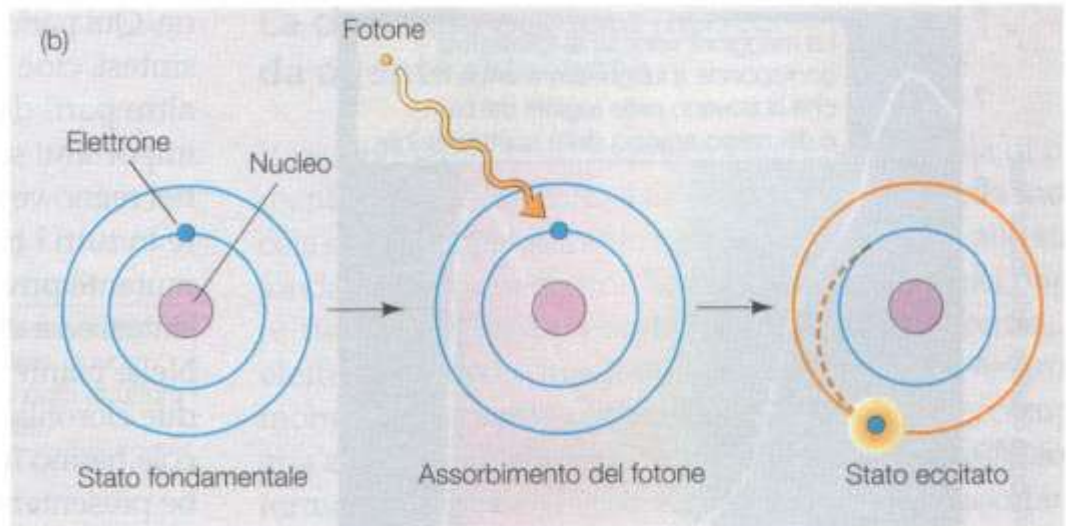


ECCITAZIONE DI UNA MOLECOLA

Dopo aver assorbito l'energia di un fotone (a) uno degli elettroni della molecola viene spinto in un orbitale superiore (b) e in questo stato eccitato viene trattenuto meno stabilmente dalla molecola



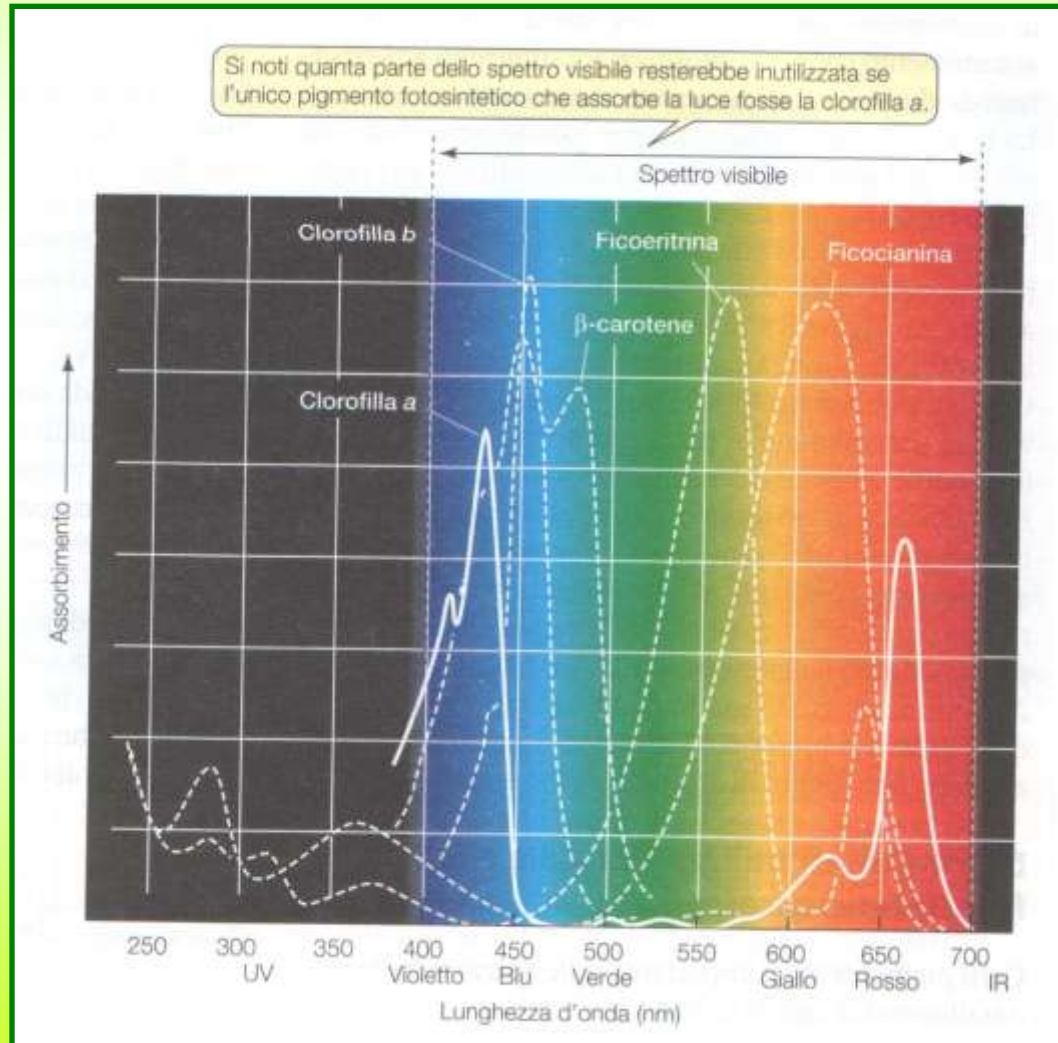
Quando una molecola, inizialmente nello stato fondamentale, assorbe un fotone, essa passa in uno stato eccitato caratterizzato da un maggiore contenuto energetico.



L'assorbimento del fotone "spinge" uno degli elettroni della molecola in un orbitale più lontano dal nucleo.

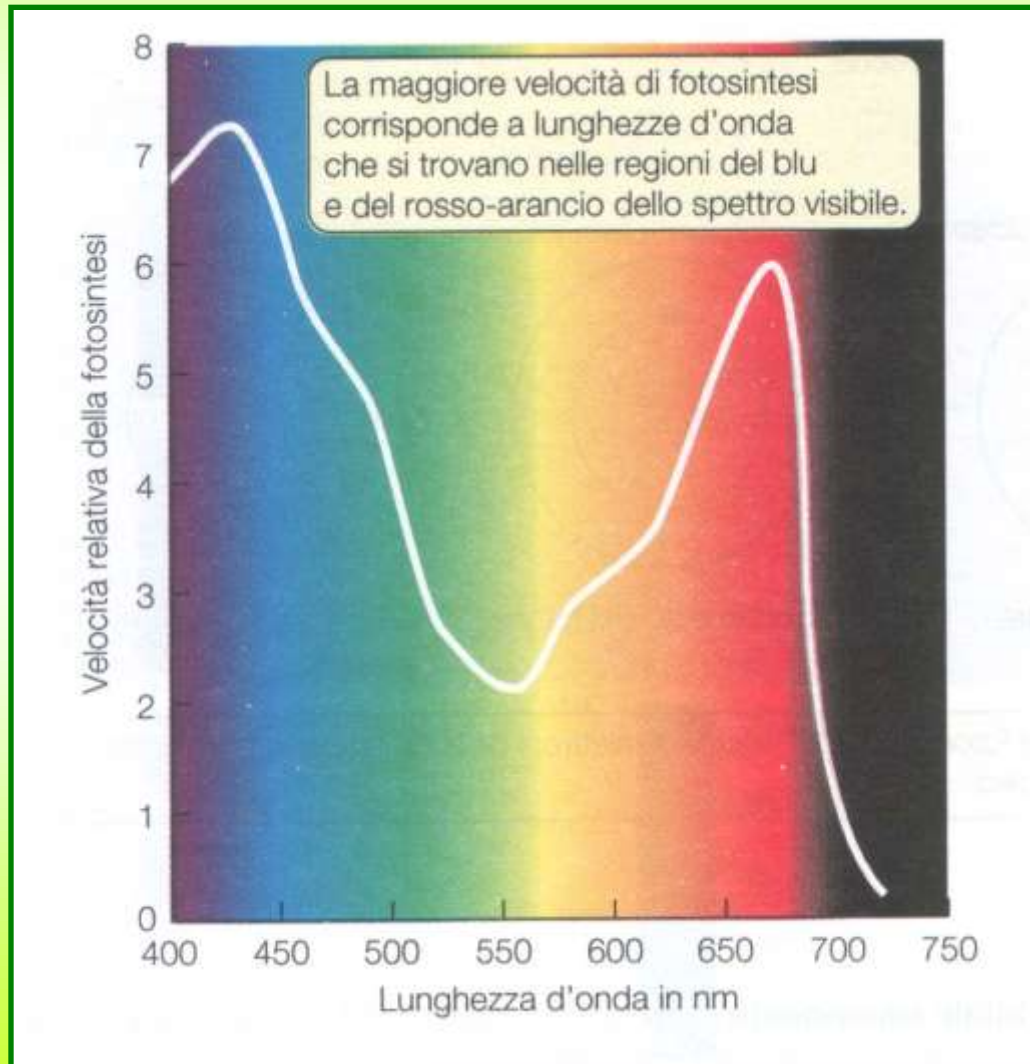
I PIGMENTI FOTOSINTETICI PRESENTANO DISTINTI SPETTRI DI ASSORBIMENTO

La fotosintesi utilizza gran parte delle radiazioni dello spettro visibile perché i pigmenti che vi partecipano assorbono efficientemente fotoni in corrispondenza di lunghezze d'onda differenti



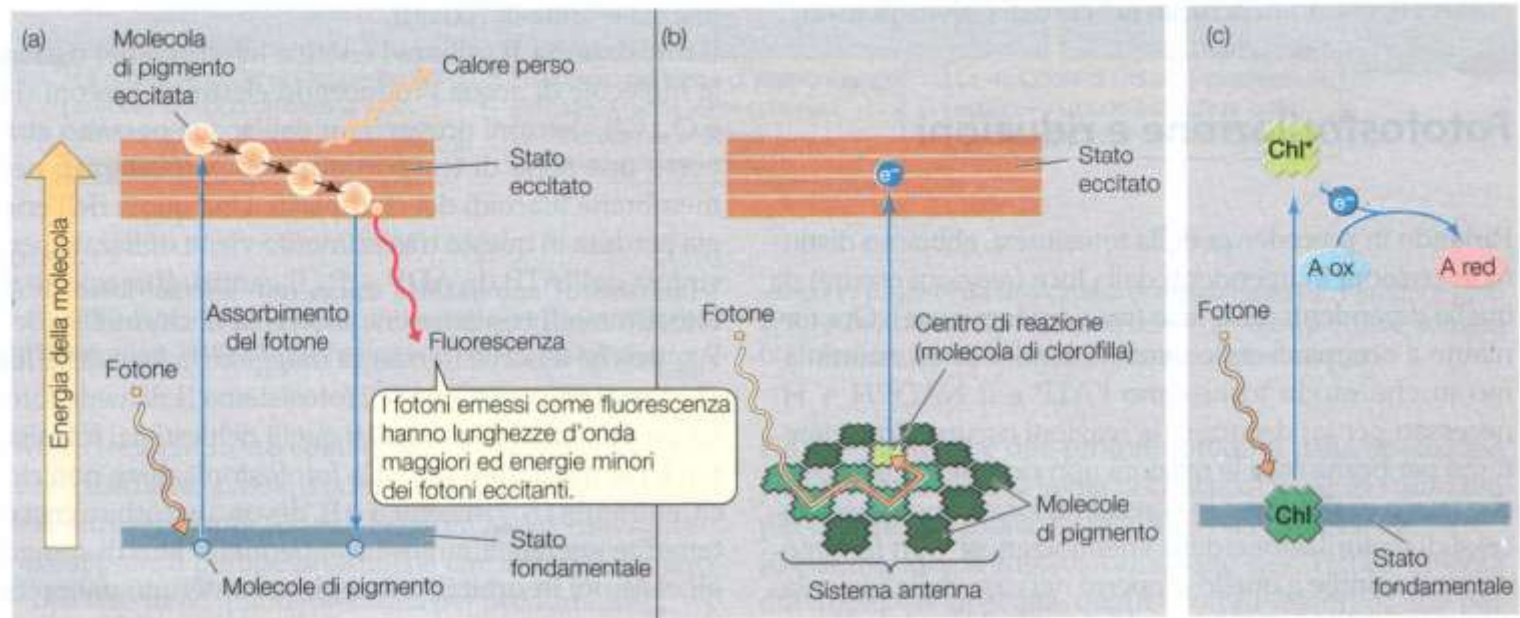
SPETTRO DI AZIONE DELLA FOTOSINTESI

In uno spettro di azione viene riportato graficamente l'effetto biologico di una radiazione in funzione della lunghezza d'onda di questa. La diapositiva mostra un grafico della velocità di fotosintesi nella pianta acquatica *Anacharis* in funzione della lunghezza d'onda della luce visibile. Se si confronta questo spettro di azione con quelli di specifici pigmenti è possibile identificare quali pigmenti sono complessivamente responsabili del processo in *Anacharis*



ECCITAZIONE, TRASFERIMENTO DI ENERGIA E TRASFERIMENTO DI ELETTRONI

Una molecola rimane nello stato eccitato per un tempo molto breve. Essa può emettere come fluorescenza parte dell'energia acquistata (a) ma affinché possa essere utilizzata per compiere lavoro, l'energia deve essere trasferita al centro di reazione (b). Nelle piante, la molecola presente nel centro di reazione è sempre la clorofilla *a*. Questa molecola di clorofilla eccitata è un agente riducente e partecipa a una reazione redox che è la tappa iniziale della via che porta alla produzione dell'ATP e del $\text{NADPH} + \text{H}^+$ necessari per il ciclo di Calvin-Benson



(a) Quando la molecola di un pigmento assorbe un fotone che spinge uno degli elettroni in un orbitale superiore, il pigmento dallo stato fondamentale di partenza passa in uno stato eccitato. La molecola rimane nello stato eccitato per un tempo minimo. Parte dell'energia assorbita viene dissipata come calore cosicché, quando torna allo stato fondamentale, la molecola emette come fluorescenza una quantità di energia minore di quella assorbita.

(b) Anziché dissipare come fluorescenza l'energia assorbita, la molecola di pigmento eccitata può trasferire l'energia di eccitazione a un'altra molecola, come la clorofilla presente nel sistema antenna dei pigmenti. L'eccitazione finisce nel centro di reazione - la molecola che assorbe la radiazione di massima lunghezza d'onda.

(c) Quando una molecola di clorofilla nello stato fondamentale (Chl) viene eccitata (Chl^*) diviene un agente riducente; l'elettrone, spinto in un orbitale superiore, può essere trasferito sulla molecola di un trasportatore di elettroni ossidato (A), che così si riduce. In questo modo gran parte dell'energia posseduta nello stato eccitato viene conservata e non emessa come fluorescenza.

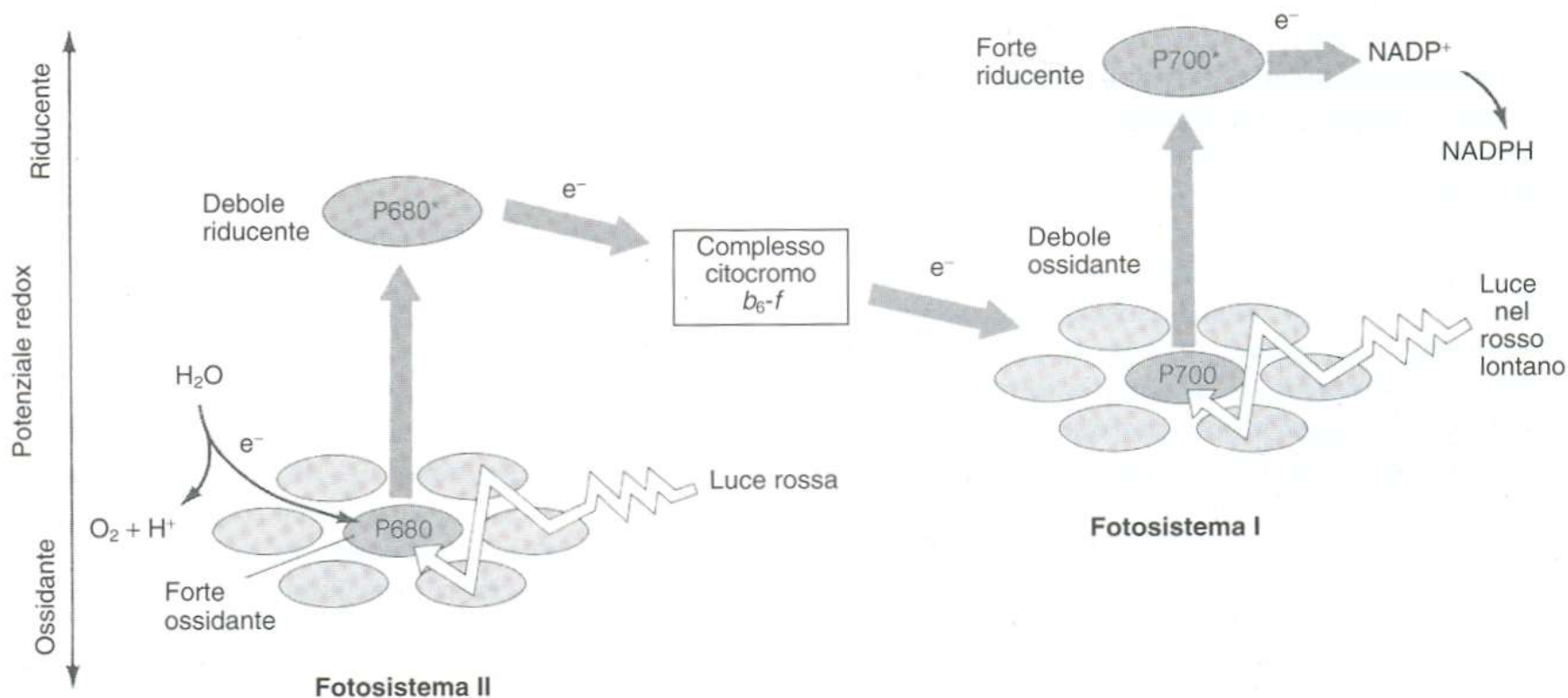


FIGURA 8.12. Lo schema Z della fotosintesi. La luce rossa assorbita dal fotosistema II (PSII) produce un forte ossidante e un debole riducente. La luce nel rosso lontano assorbita dal fotosistema I (PSI) produce un debole ossidante e un forte riducente. Il forte ossidante generato dal PSII ossida l'acqua, mentre il forte riducente prodotto dal PSI riduce il $NADP^+$. Il PSII produce elettroni che riducono il complesso citocromo b_6-f , mentre il PSI produce un ossidante che ossida il complesso citocromo b_6-f . Questo è lo schema di base per comprendere il trasporto fotosintetico degli elettroni. P680 e P700 sono riferiti alle lunghezze d'onda del massimo di assorbimento delle clorofille del centro di reazione contenuto nel PSII e nel PSI. Questi argomenti sono discussi dettagliatamente più avanti nel capitolo.

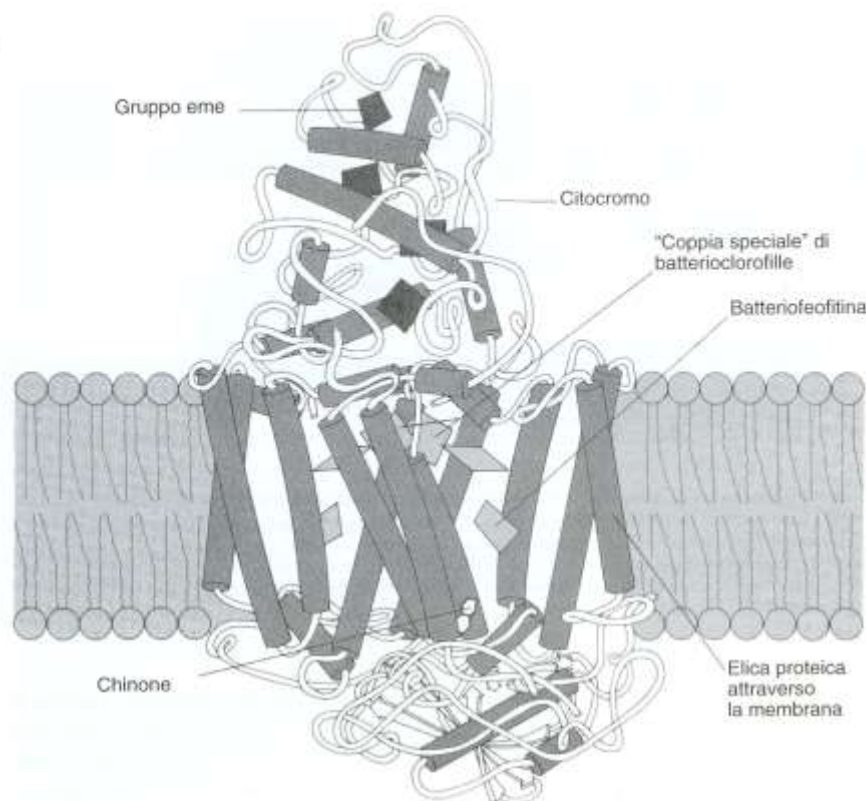
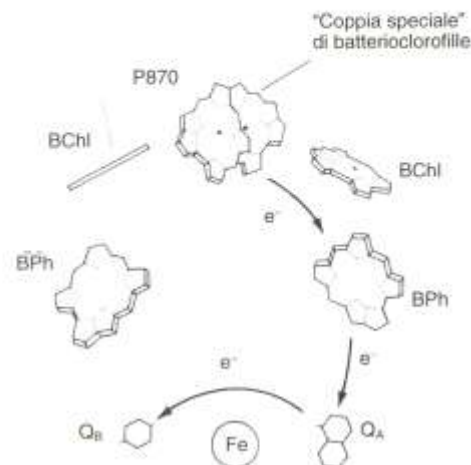


FIGURA 8.18. Struttura del centro di reazione risolto per via x-cristallografica nel batterio purpureo *Rhodospseudomonas viridis*. Le undici strutture tubolari rappresentano eliche transmembrana di proteine. I pigmenti tipo clorofilla sono rappresentati in grigio chiaro, mentre i gruppi eme del citocromo, contenente ferro e uniti da legami forti, sono rappresentati in grigio scuro nella parte superiore del diagramma. Le subunità del citocromo sono rivolte verso il periplasma o fuori dalla cellula, mentre l'altra parte è in contatto con il citoplasma della cellula. I chinoni e il citocromo prendono parte, con le batterioclorofille, al trasferimento di elettroni. (Da *Nature*, vol. 318, pp. 616-624, Copyright 1985, Macmillan Magazines Ltd.).

FIGURA 8.19. Dislocazione geometrica di pigmenti e di altri gruppi prostetici nel centro di reazione batterico. Bchl significa batterioclorofilla, BPh significa batteriofeofitina (la feofitina è una molecola di clorofilla in cui gli atomi di magnesio sono sostituiti da due atomi di idrogeno), e Q_A e Q_B sono il primo e il secondo accettore chinonico. Da questo diagramma sono stati eliminati i gruppi emici del citocromo, se fossero stati presenti sarebbero comparsi nella parte superiore. Il dimerico costituito da due batterioclorofille disegnato in alto (P870) è la "coppia speciale" che reagisce con la luce all'interno del centro di reazione. La sequenza di trasferimento di elettroni inizia nella coppia speciale e procede lungo la parte destra del diagramma verso la batteriofeofitina. Quindi gli elettroni vengono trasferiti prima al Q_A e poi al Q_B . La distanza fra le molecole disegnate e i loro angoli all'interno dei piani di simmetria del centro di reazione sono state determinate con precisione, rendendo possibile analizzare in maniera dettagliata il cammino dei fotoni e degli elettroni nel centro di reazione. (Da *Annual Review of Plant Physiology*, A. N. Glazer e A. Melis, 38: 11-45, Copyright 1987 Annual Reviews, Inc.).



LA FOTOFOSFORILAZIONE NON CICLICA UTILIZZA DUE FOTOSISTEMI

I fotosistemi I e II utilizzano molecole di clorofilla eccitate nei rispettivi centri di reazione. Nella fotofosforilazione non ciclica gli elettroni vengono trasferiti da una catena di agenti riducenti. I prodotti sono ATP, NADPH + H^+ e O_2 . Per mantenere in attività il processo, entrambi i fotosistemi devono costantemente assorbire energia

