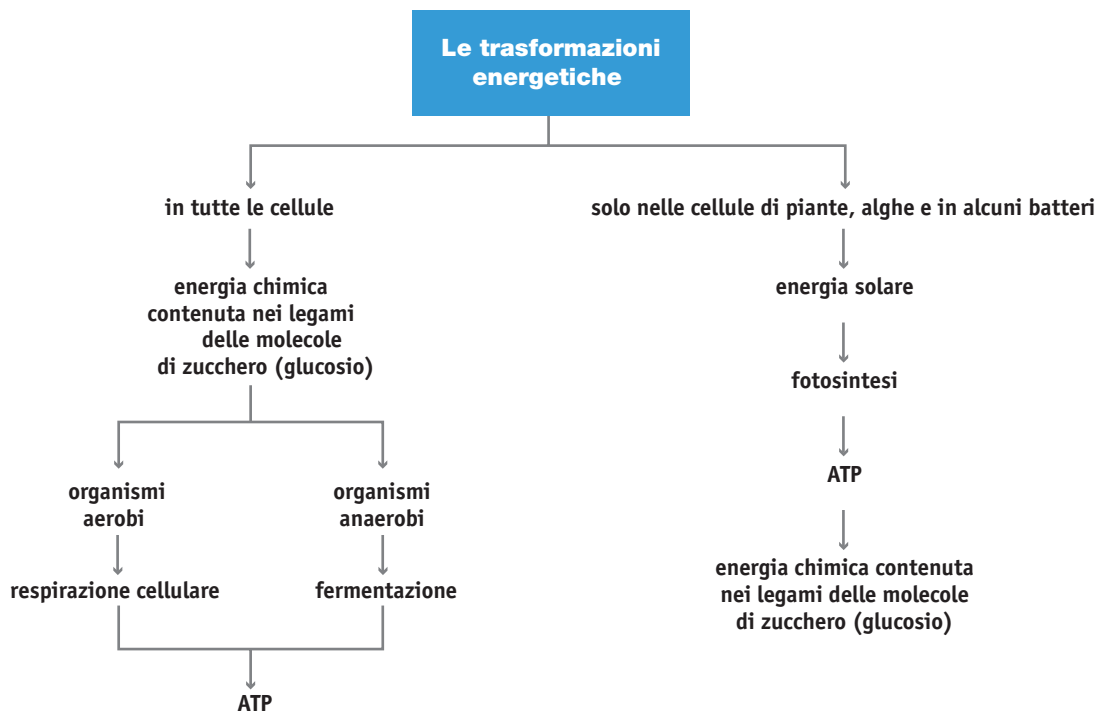
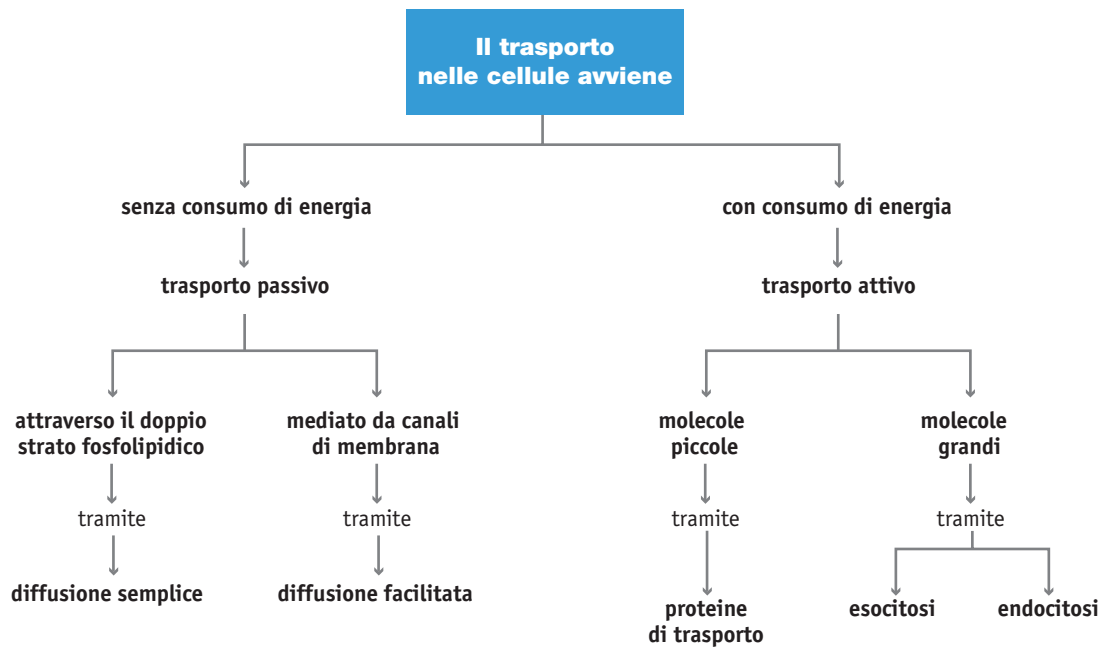


UNITÀ 3. Le trasformazioni energetiche nelle cellule



■ Il metabolismo cellulare e gli enzimi

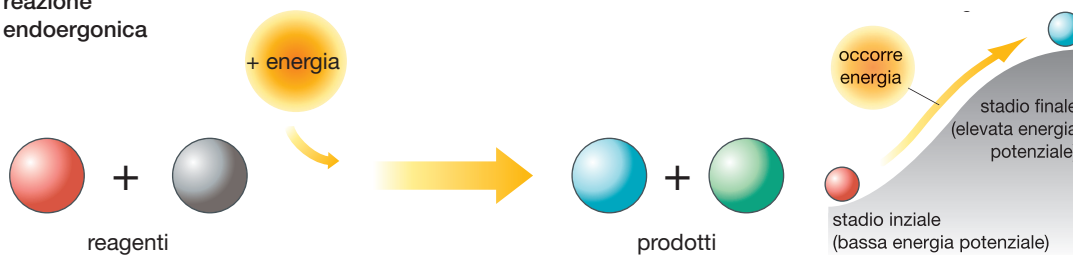
Le trasformazioni dell'energia che si verificano all'interno delle cellule sono collegate a delle **reazioni chimiche**.

In generale esistono due tipi di reazioni chimiche:

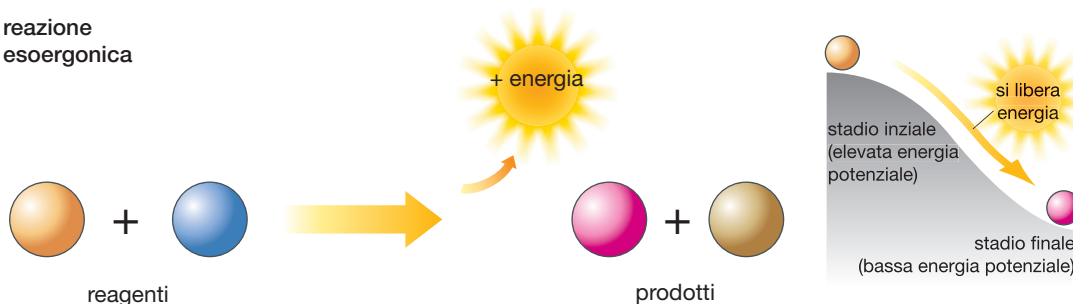
- le **reazioni endoergoniche**, che per procedere richiedono un apporto di energia;
- le **reazioni esoergoniche**, che al contrario liberano energia.

Ogni cellula compie migliaia di reazioni, esoergoniche ed endoergoniche. L'insieme di queste reazioni costituisce il **metabolismo cellulare**.

reazione
endoergonica



reazione
esoergonica



La «connessione» tra le reazioni esoergoniche e quelle endoergoniche del metabolismo cellulare è realizzata per mezzo delle molecole di **ATP** (adenosina trifosfato).

La molecola di ATP è formata da tre parti: una che contiene azoto (l'adenina); uno zucchero (il ribosio) e tre gruppi fosfato (gruppi di atomi che contengono fosforo). Sono proprio i gruppi fosfato a fare in modo che l'ATP possa svolgere la funzione di trasporto dell'energia chimica.

Il terzo gruppo fosfato può essere staccato facilmente dalla molecola di ATP, rompendo il legame che lo lega al secondo gruppo. La rottura di questo legame è accompagnata dalla liberazione di energia e dalla trasformazione dell'ATP in **ADP** (*adenosina difosfato*).

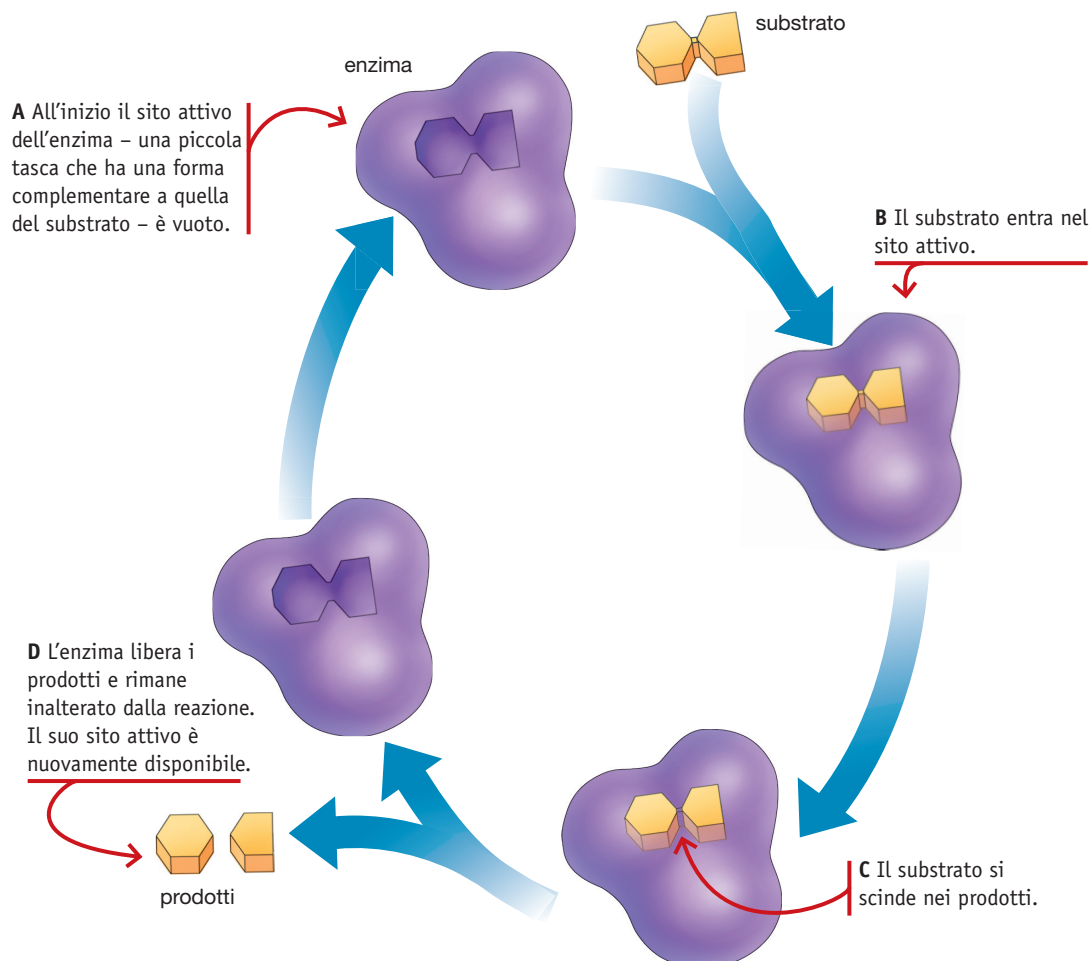
La cellula può accoppiare questa reazione esoergonica a una reazione endoergonica del proprio metabolismo.

Tutte le reazioni che si verificano nelle cellule, sia quelle endoergoniche sia quelle esoergoniche, vengono facilitate dalla presenza di particolari molecole proteiche chiamate **enzimi**. Questi svolgono la funzione di **catalizzatori**, cioè agiscono sulla velocità delle reazioni – accelerandole – senza alterare la quantità di energia contenuta nei reagenti e nei prodotti.

Se non ci fossero gli enzimi, gran parte delle reazioni metaboliche avverrebbero troppo lentamente per la vita della cellula.

UNITÀ 3. Le trasformazioni energetiche nelle cellule

Esistono molti tipi di enzimi e ciascuno di essi riconosce solo un particolare tipo di reagente (detto **substrato**). Certi enzimi sono attivi soltanto in presenza di particolari molecole organiche – le **vitamine** – e di **cofattori** come gli ioni metallici Mg^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} .



■ Il trasporto passivo

Per poter svolgere le proprie attività le cellule devono compiere continuamente due azioni: rifornirsi di alcuni materiali ed eliminarne altri.

Acqua, ossigeno, anidride carbonica, zuccheri, sostanze di rifiuto ecc. entrano ed escono in ogni istante dalle cellule.

Gli scambi di materiali tra la cellula e l'ambiente esterno si verificano a livello della **membrana plasmatica**.

Alcune molecole possono attraversare la membrana plasmatica senza che le cellule compiano alcun lavoro, cioè senza utilizzare energia.

Il movimento delle sostanze che avviene senza dispendio energetico da parte della cellula si chiama **trasporto passivo**.

Nel trasporto passivo le particelle si spostano da una parte all'altra della membrana plasmatica a seconda della loro concentrazione, cioè dal lato dove sono più concentrate verso quello dove lo sono meno. L'ossigeno, l'anidride carbonica e alcune piccole molecole organiche attraversano la membrana grazie a questo meccanismo di trasporto passivo detto **diffusione semplice**.

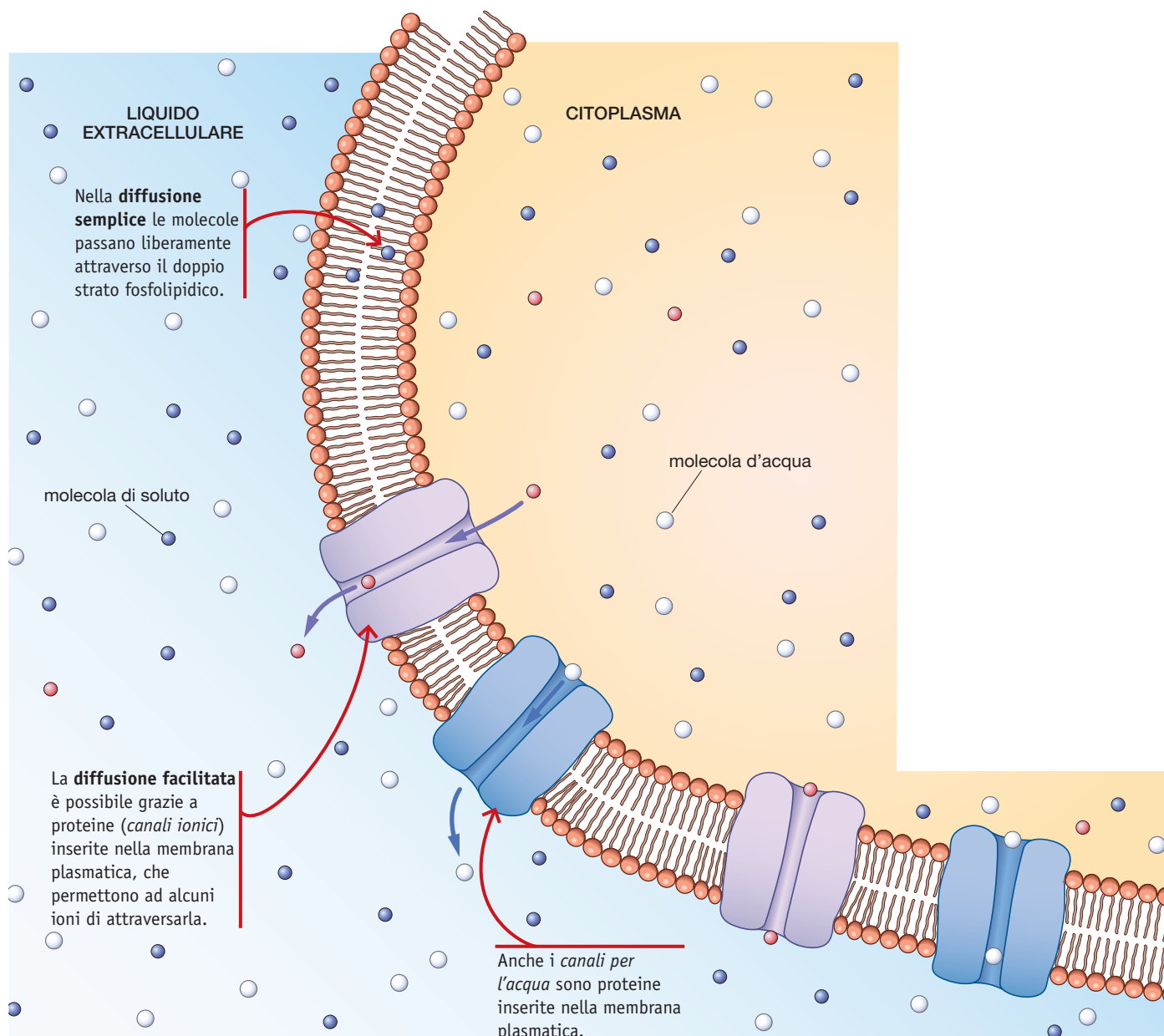
UNITÀ 3. Le trasformazioni energetiche nelle cellule

Altre molecole e alcuni ioni, pur essendo di dimensioni contenute, non riescono a passare tra i fosfolipidi della membrana plasmatica. L'ingresso e l'uscita di queste sostanze sono regolati dall'attività di particolari proteine presenti nella membrana. Tale modalità di trasporto passivo, *mediata da proteine di membrana*, è detta **diffusione facilitata**.

Le proteine che attraversano il doppio strato fosfolipidico formano dei *pori* che permettono il passaggio di specifici ioni e sono dette **canali ionici**. Essi si aprono e si chiudono in risposta a segnali ricevuti dalla membrana plasmatica e in questo modo la cellula regola il movimento delle sostanze in entrata e in uscita.

Anche l'osmosi, cioè la diffusione dell'acqua attraverso la membrana plasmatica, è facilitata dalla presenza di speciali canali (**canali per l'acqua**) formati da proteine che attraversano la membrana.

Nel processo di osmosi l'acqua diffonde dalla soluzione meno concentrata (detta **ipotonica**) verso la soluzione più concentrata (cioè **ipertonica**).

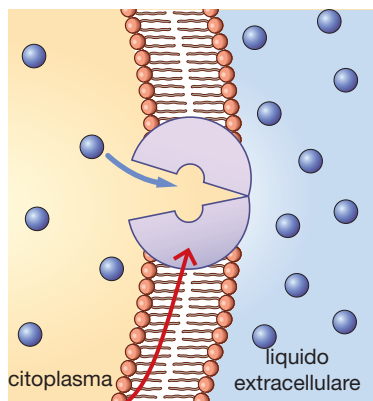


■ Il trasporto attivo

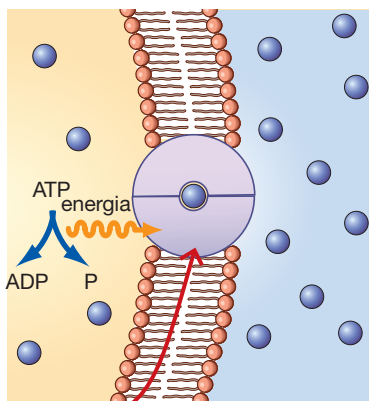
Per trasportare alcune sostanze attraverso la membrana plasmatica le cellule sono a volte costrette a consumare energia. In questo caso si parla di **trasporto attivo**.

Il trasporto attivo sposta le molecole di soluto dalla parte della membrana dove sono meno concentrate a quella dove lo sono di più.

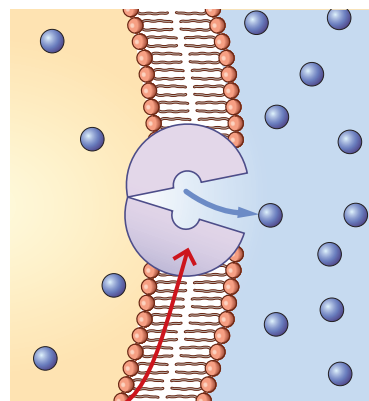
Il trasporto attivo si svolge con modalità diverse a seconda delle dimensioni delle molecole spostate. Il trasporto delle *molecole di piccole dimensioni* viene effettuato dalla cellula grazie a particolari **proteine** presenti nella membrana plasmatica. Queste proteine «pompano» attivamente il soluto da un lato all'altro della membrana e fanno sì che esso possa accumularsi all'interno o all'esterno della cellula.



Una molecola si lega alla proteina di trasporto.



L'ATP fornisce l'energia necessaria.

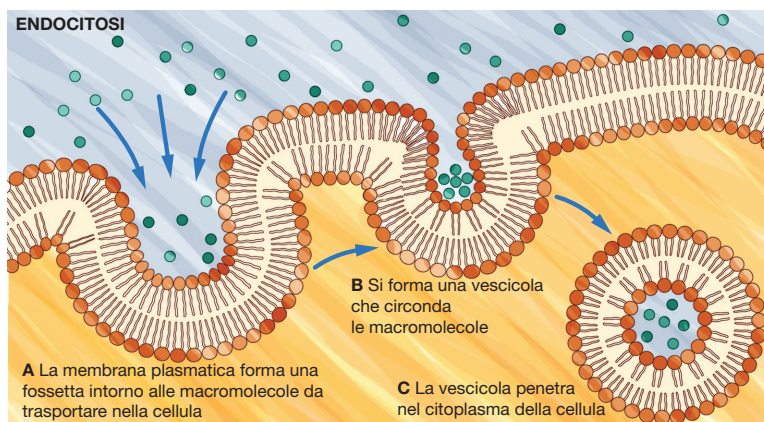
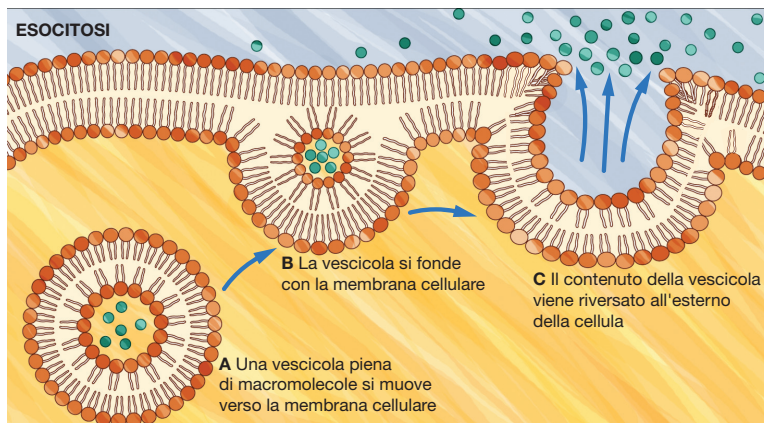


La proteina di trasporto rilascia la molecola sul lato opposto della membrana.

Il trasporto attivo delle *macro-molecole* verso l'esterno e verso l'interno della cellula avviene invece secondo due meccanismi chiamati rispettivamente **esocitosi** ed **endocitosi**.

La cellula utilizza il processo di **esocitosi** per trasportare fuori dal proprio citoplasma grandi quantità di materiali e quello di **endocitosi** per trasportare all'interno macromolecole o altre particelle. I due processi sono analoghi ma avvengono in senso inverso.

Un tipo particolare di endocitosi è la **fagocitosi**, che consiste nella cattura di particelle alimentari da parte di organismi unicellulari, come le amebe.



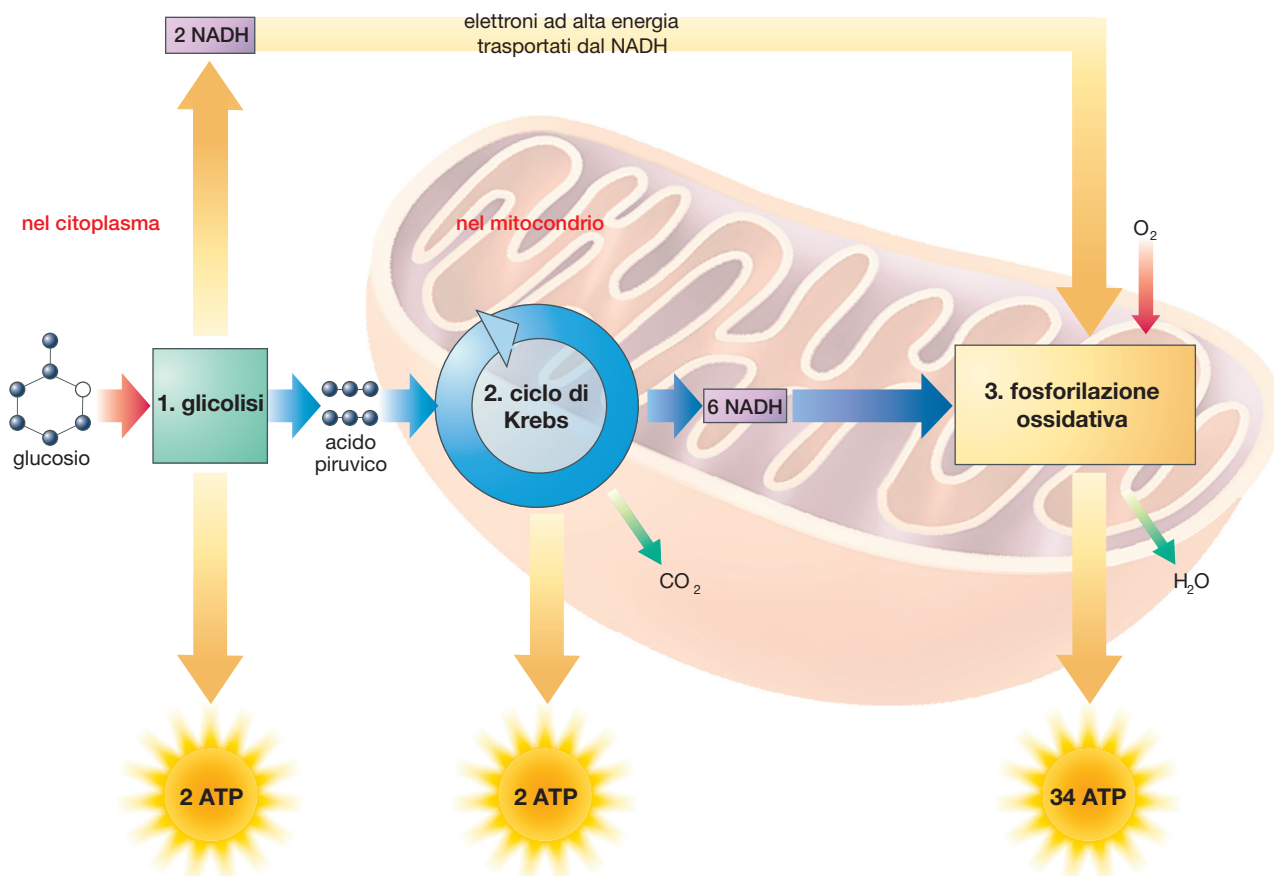
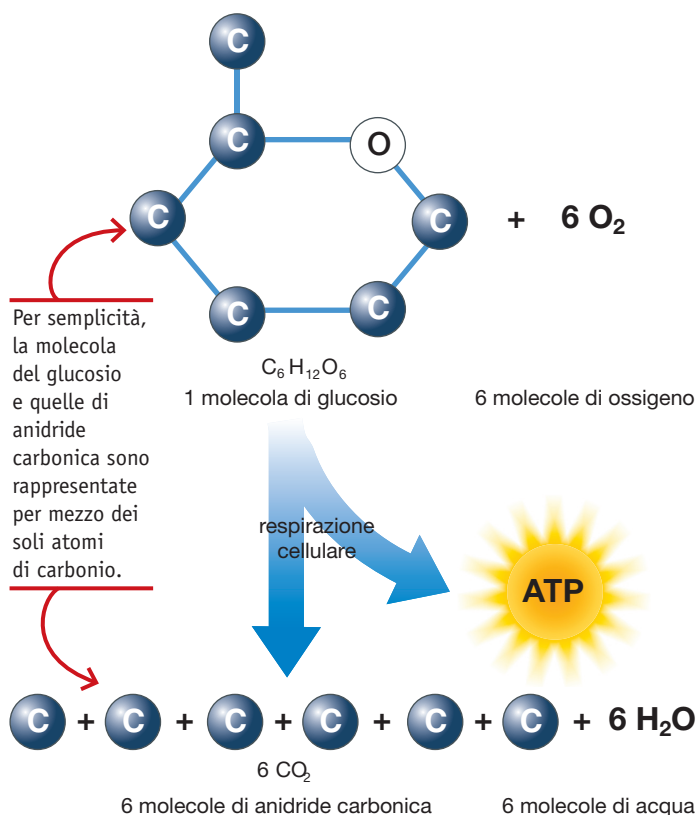
La respirazione cellulare

Le cellule ricavano energia dagli zuccheri e dalle altre sostanze alimentari per mezzo di un processo chiamato **respirazione cellulare**.

La respirazione cellulare consiste in una serie di reazioni chimiche che avvengono in successione e che riorganizzano gli atomi delle molecole alimentari, come il glucosio, convertendole in altre molecole. In questo processo, una parte dell'energia chimica immagazzinata nelle molecole alimentari diventa disponibile per l'attività cellulare.

Nella respirazione cellulare si ha consumo di **ossigeno**, mentre si ha produzione, come scarto, di **anidride carbonica** e di **acqua**.

La respirazione cellulare procede attraverso una successione di reazioni.



1. La prima fase della respirazione cellulare, detta **glicolisi**, si svolge nel citoplasma delle cellule. In questa sequenza di reazioni, una molecola di glucosio si trasforma in due molecole di **acido piruvico**, liberando una certa quantità di energia chimica, che viene immagazzinata nei legami di due molecole di ATP. Si ha nel contempo la produzione di NADH, una sostanza che servirà in seguito per produrre altra energia.

2. Nella maggior parte degli organismi, l'acido piruvico subisce ulteriori trasformazioni in una serie di reazioni che costituiscono il **ciclo di Krebs**, una fase che si svolge nella matrice dei mitocondri. Con il ciclo di Krebs si producono altre due molecole di ATP, altro NADH e anidride carbonica.

3. L'ultima tappa – chiamata **fosforilazione ossidativa** – passa attraverso una *catena di trasporto degli elettroni* e produce la massima quantità di ATP. Il trasporto degli elettroni è possibile grazie all'energia fornita dal NADH che deriva dalle fasi precedenti. Tale trasporto, che consuma ossigeno e produce acqua, avviene tramite proteine inserite nella membrana interna dei mitocondri.

La respirazione cellulare può avvenire quindi soltanto in presenza di ossigeno. Alcuni organismi unicellulari, però, ricavano energia anche in assenza di ossigeno, attraverso un processo che è chiamato **fermentazione**.

Il prodotto della reazione di fermentazione dipende dalla cellula in cui essa avviene:

- certi tipi di lieviti (funghi unicellulari) producono alcol etilico;
- alcuni batteri e le cellule dei muscoli sotto sforzo producono acido lattico.

■ La fotosintesi

L'energia che permette la vita sulla Terra proviene quasi interamente dal Sole. La maggior parte degli organismi dipende infatti dai prodotti della **fotosintesi**. Ciò può avvenire direttamente, come per le piante, o indirettamente, come per gli organismi che si cibano di esse.

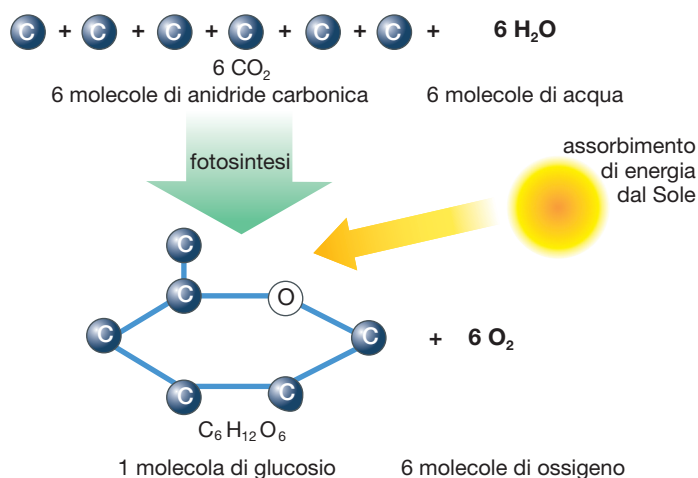
Mediante la fotosintesi, le piante (ma anche le alghe e alcuni batteri) utilizzano l'energia luminosa proveniente dal Sole per produrre molecole organiche.

Le cellule vegetali contengono infatti al loro interno molecole, chiamate **pigmenti**, in grado di assorbire l'energia luminosa. La **clorofilla** – la sostanza responsabile della colorazione verde delle foglie e di altre parti delle piante – è il principale pigmento coinvolto.

La fotosintesi avviene in organismi chiamati cloroplasti e comprende numerose reazioni chimiche.

Una prima serie di reazioni avviene solo in presenza della luce solare e per questo motivo sono dette **reazioni luminose**. Le reazioni luminose convertono l'energia solare in energia chimica, immagazzinata in molecole di ATP e di una sostanza chiamata NADPH, producendo ossigeno come «rifiuto».

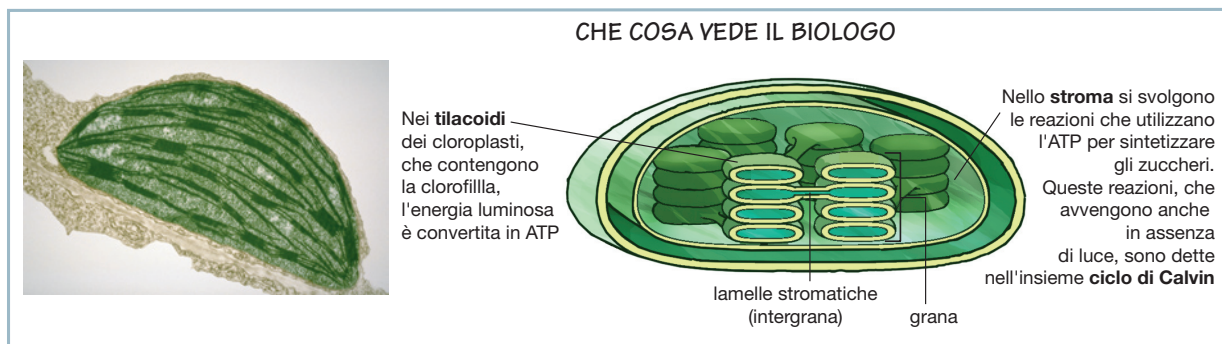
ATP e NADPH alimentano la fase successiva della fotosintesi, che avviene anche se l'organismo vegetale non è illuminato.



UNITÀ 3. Le trasformazioni energetiche nelle cellule

La **fase al buio** consiste in una serie di reazioni in cui gli atomi di carbonio (che provengono dall'anidride carbonica) sono incorporati in nuove molecole organiche, soprattutto zuccheri semplici, come il glucosio.

Il glucosio prodotto attraverso la fotosintesi è utilizzato dalle piante in vari modi. Da esso le cellule vegetali possono ricavare energia attraverso il processo di respirazione cellulare. Altrimenti, questo zucchero può essere convertito in amido (un polimero che ha la funzione di riserva di energia) o, ancora, può essere utilizzato per produrre sostanze con funzioni strutturali, ad esempio la cellulosa, o proteine e altre sostanze costituenti la pianta.



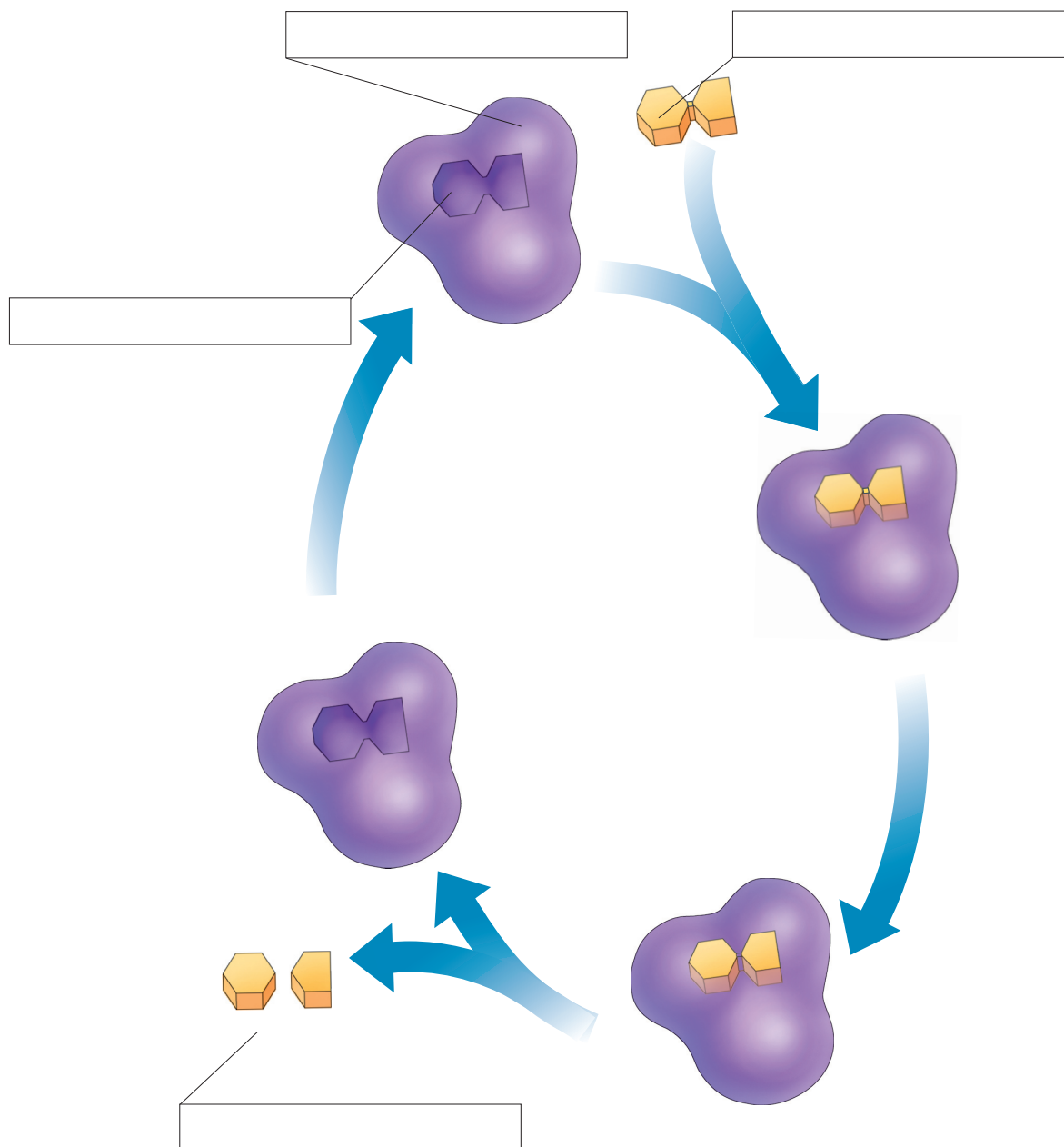
Gli organismi che – come le piante – producono autonomamente le sostanze organiche, e che quindi non hanno bisogno di assumere altre molecole organiche, vengono chiamati **autotrofi**.

Al contrario, gli organismi che – come gli animali – non sono in grado di produrre le molecole organiche vengono chiamati **eterotrofi**.

Le piante sono anche indicate come **produttori**, perché «fabbricano» le molecole organiche di cui sono costituite, mentre gli organismi eterotrofi sono detti **consumatori**.

UNITÀ 3. Le trasformazioni energetiche nelle cellule

1 Completa la figura relativa all'azione di un enzima.



2 Completa con il nome di reagenti e prodotti della reazione chimica che riassume il processo di fotosintesi.

..... + acqua = + ossigeno

3 Completa le seguenti frasi scegliendo i termini corretti tra quelli indicati nei corrispondenti riquadri.

- A. Le reazioni sono reazioni chimiche che per procedere richiedono un apporto di energia mentre le reazioni al contrario ne liberano.

Esoergoniche, endoergoniche, chimiche

- B. Nel trasporto per diffusione attraverso una membrana, le molecole disciolte tendono a spostarsi dal lato della membrana dove sono concentrate al lato dove lo sono di

Più, uguale, meno

- C. Per trasportare al di fuori della membrana molecole di dimensioni, la cellula ricorre al trasporto per

Grandi, piccole, medie, esocitosi, endocitosi, fagocitosi

- D. La respirazione cellulare consiste in una serie di reazioni chimiche che combinano le molecole di e di ossigeno convertendole in anidride carbonica e

Acqua, glucosio, grassi, sali minerali

- E. La avviene nei cloroplasti delle cellule vegetali grazie alla presenza della , un in grado di catturare la luce del Sole.

Respirazione cellulare, fotosintesi, clorofilla, enzima, zucchero, grasso, pigmento

- F. La prima parte della respirazione cellulare è composta da una serie di reazioni che avvengono nel e che vengono dette

Nucleo, citoplasma, mitocondrio, glicolisi, ciclo di Krebs, fase oscura