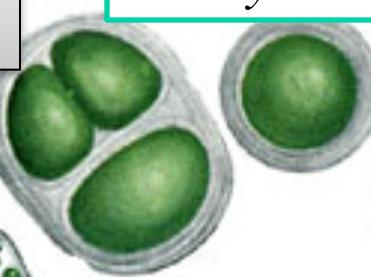
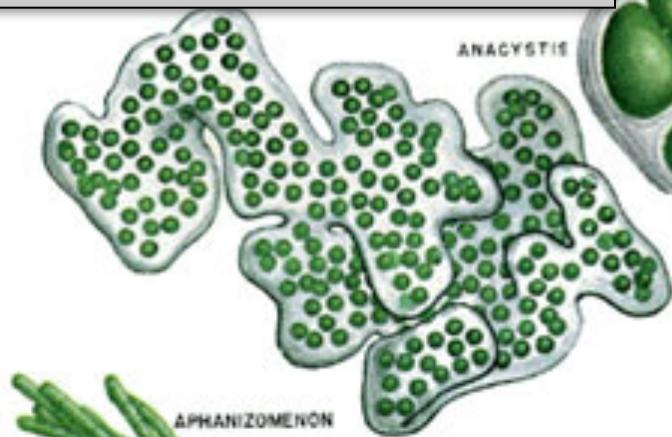


# Cianobatteri

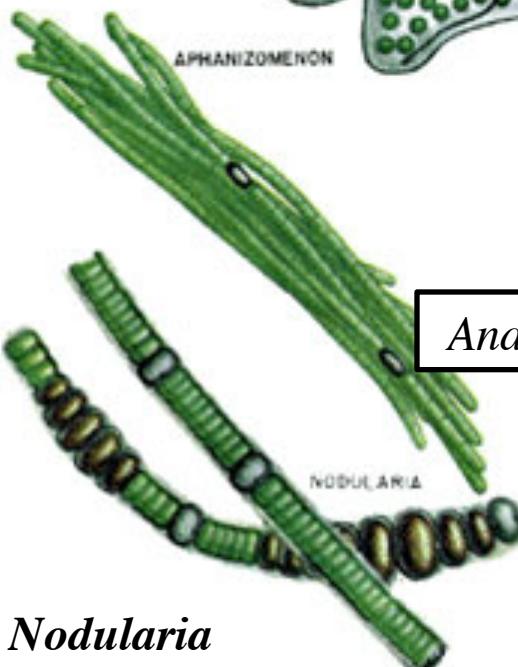
Anacystis



AGMENELLUM



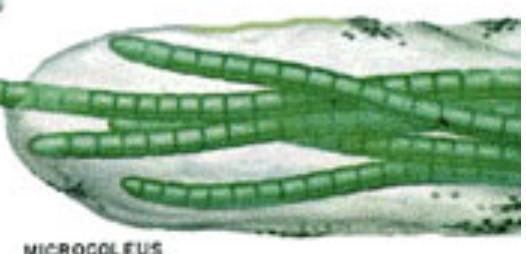
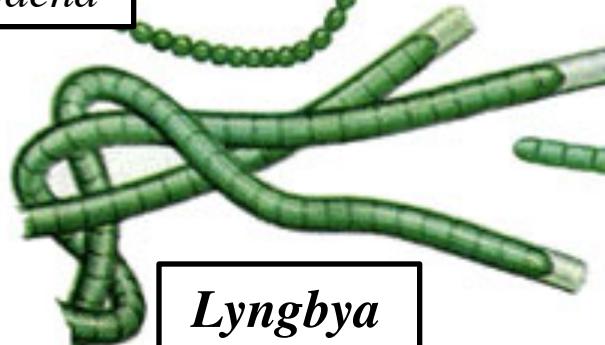
Anabaena



Nodularia

Nodularia

Lyngbya



# **Cianobatteri** (Regno Monera)

Contengono clorofilla *a* e pigmenti accessori (carotenoidi, ficobiline)

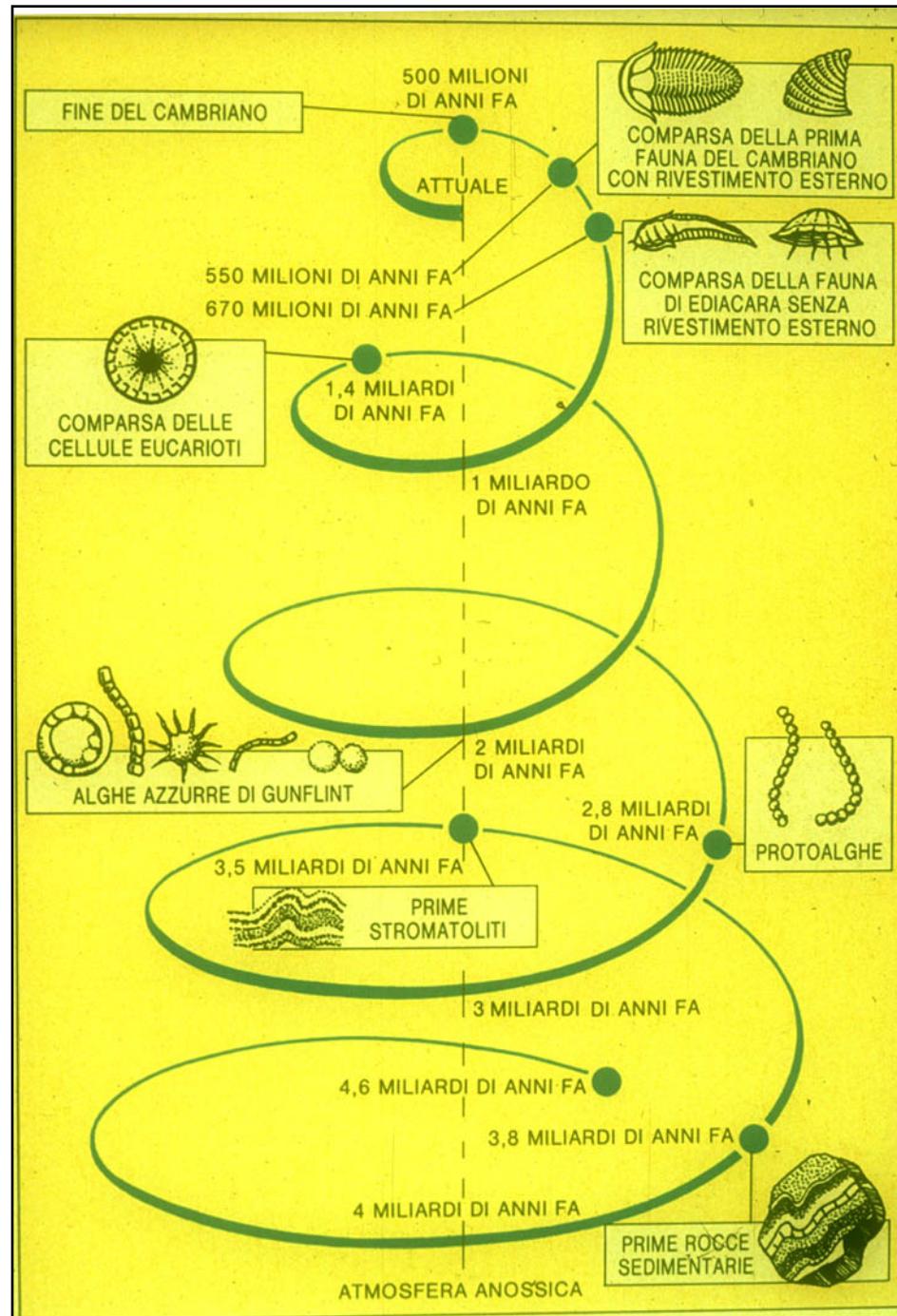
Hanno una parete gram negativa  
(membrana esterna, strato di peptidoglicano, membrana interna)

Tilacoidi (membrane fotosintetiche)

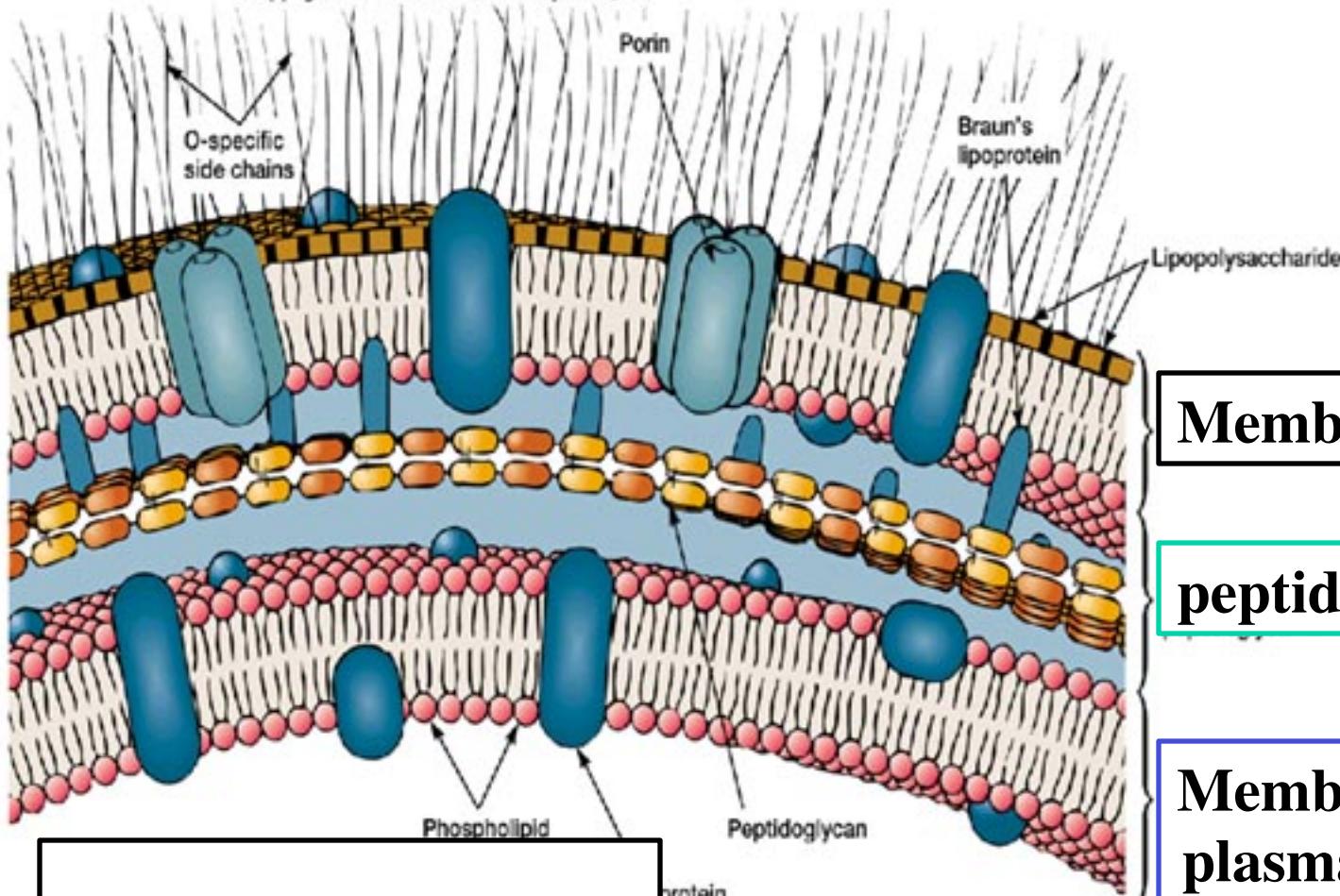
Riserve: glicogeno, carbassisomi (Rubisco), granuli di cianoficina  
(proteina : arginina e acido aspartico)

Organismi azotofissatori e fotosintetici

Possono vivere allo stato libero o in simbiosi con alghe, funghi,  
briofita, felci, gimnosperme, angiosperme



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.



Parete gram negativa

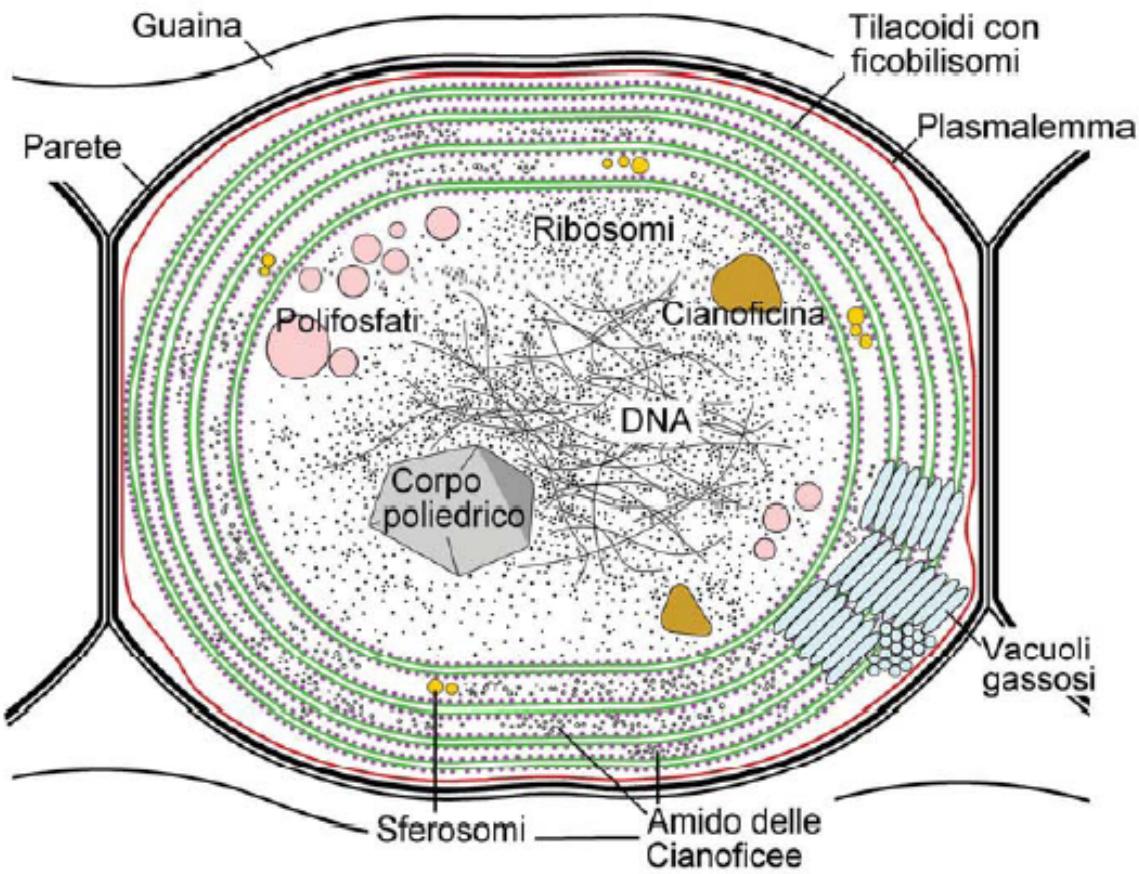
**Membrana esterna**

**peptidoglicano**

**Membrana plasmatica**

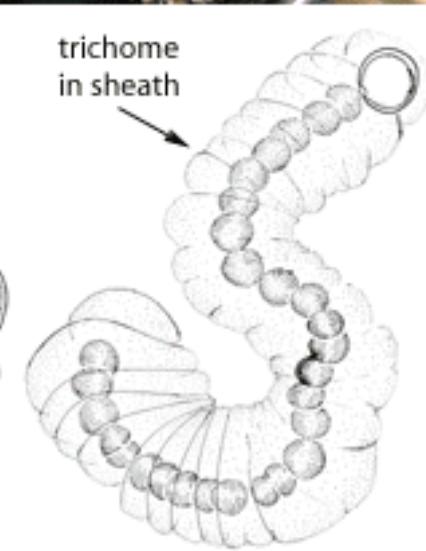
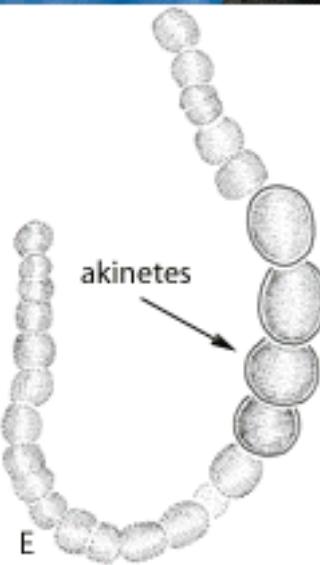
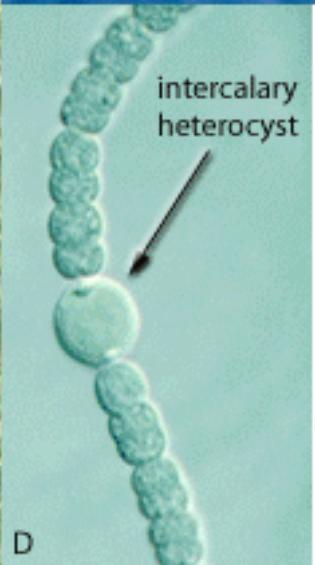
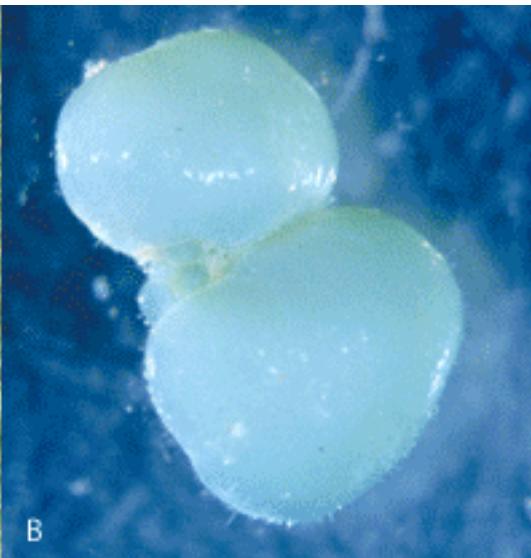
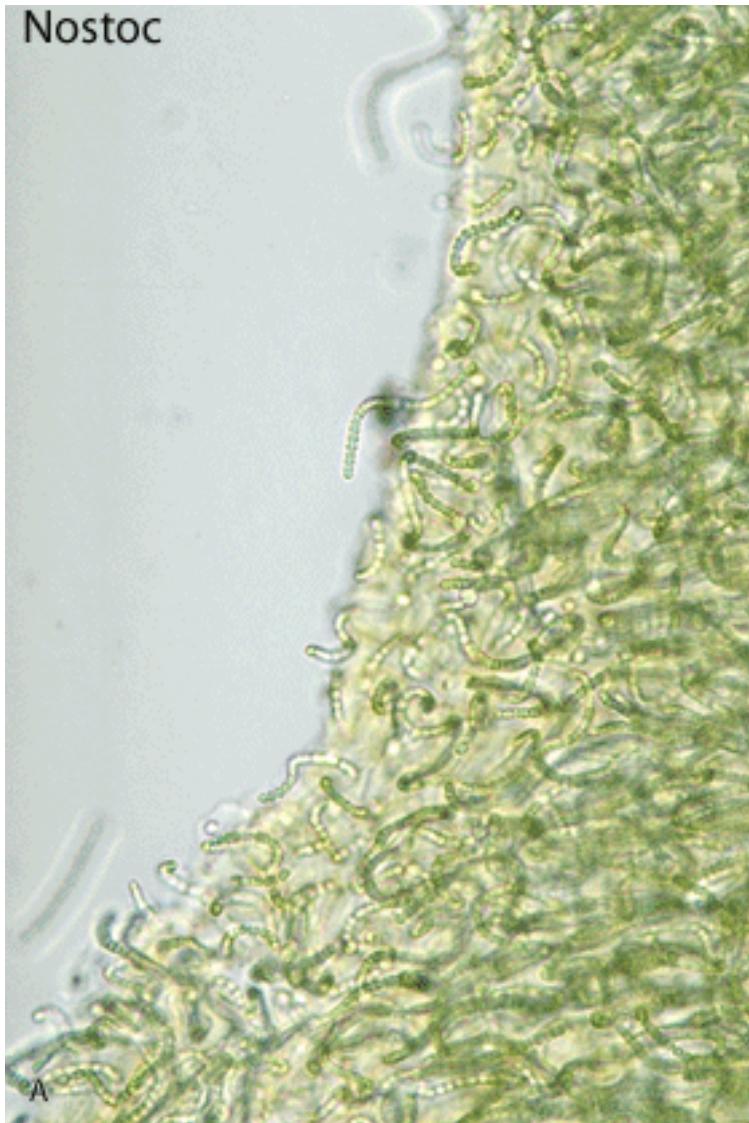
Cianobatteri:  
organismi *fotoautotrofi* in quanto sfruttano reazioni di fotosintesi, ossia reazioni che utilizzano la luce del sole e l'anidride carbonica per produrre sostanze organiche.

I *chemioautotrofi* sfruttano invece energia chimica liberata da processi inorganici.



**Figura 17.3**  
Rappresentazione schematica  
di una cellula cianobatterica  
(disegno di G.P. Felicini).

# Nostoc



A, B, C, D after Entwistle et al. (1997)

E © Royal Botanic Gardens & Domain Trust. Artist S. Skinner.

## Cellule vegetative

## eterocisti

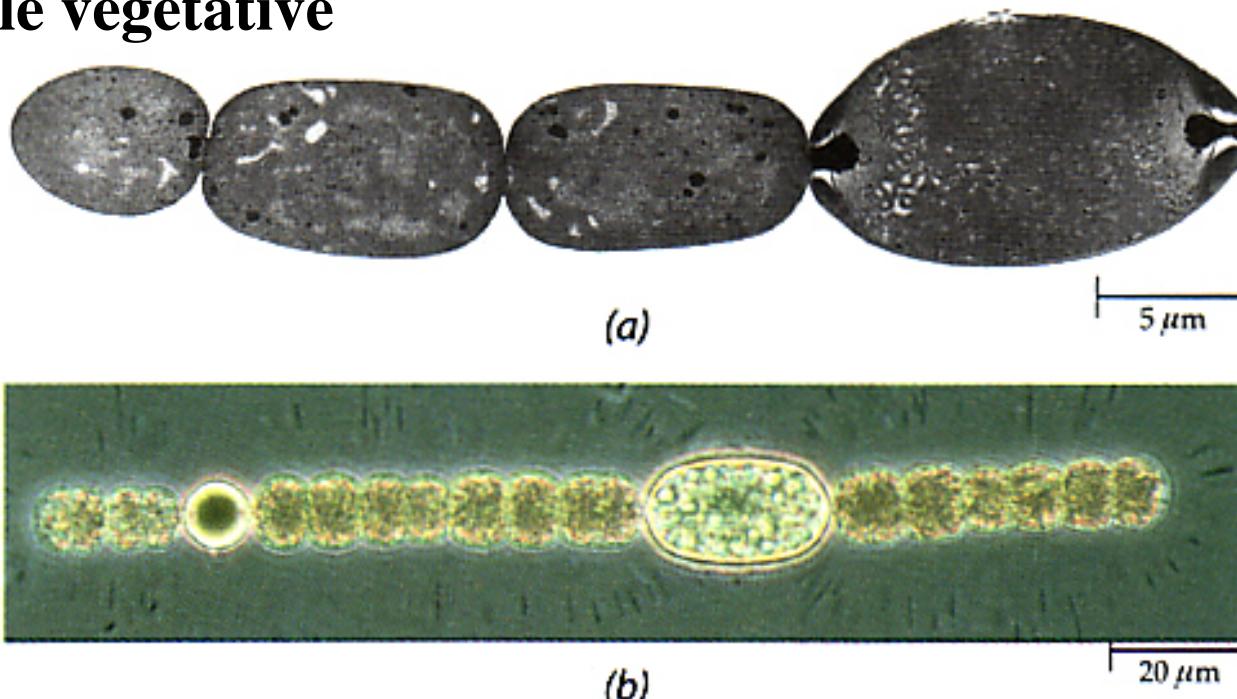
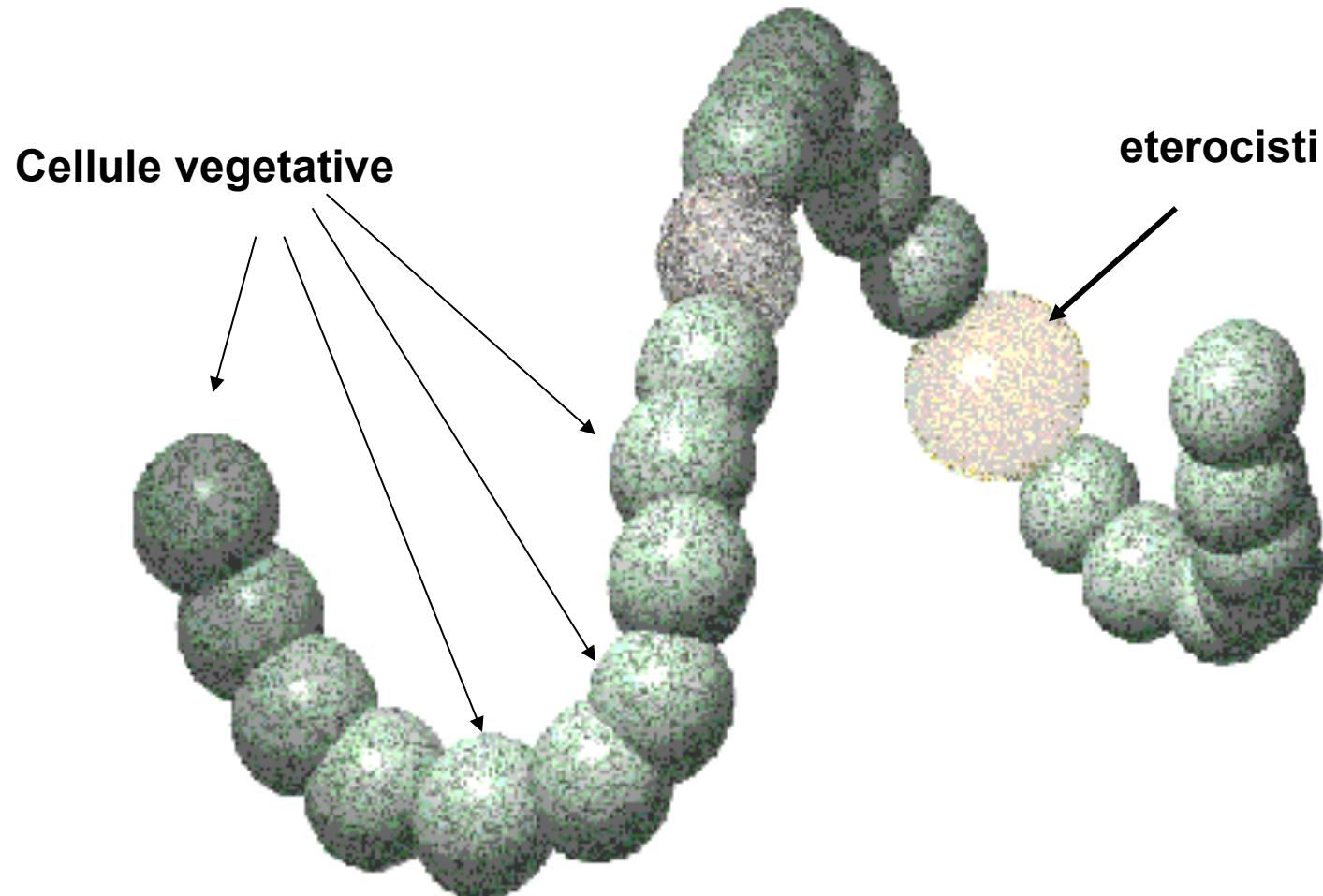
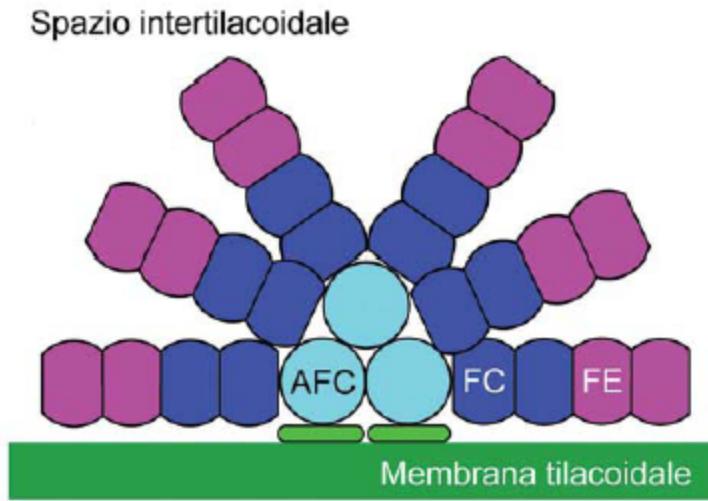


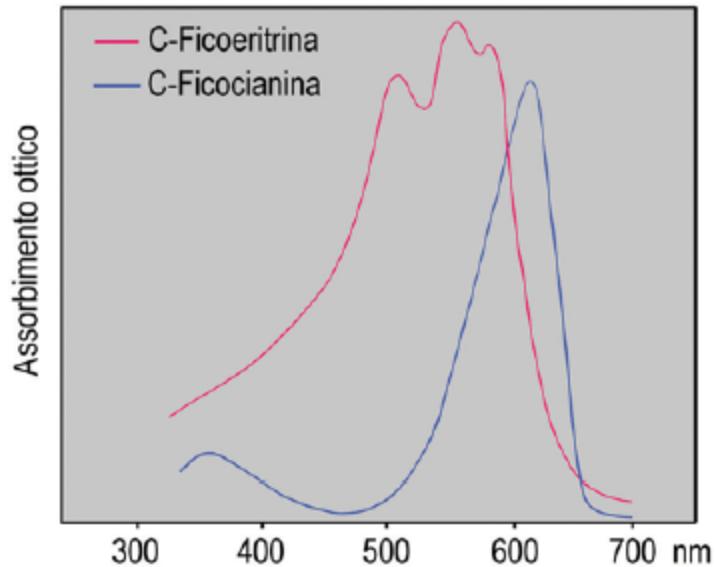
Figura 14.13 Filamenti di *Anabaena*. (a) La foto al microscopio elettronico mostra una catena di cellule unite assieme tramite pareti cellulari incomplete. La prima cellula sulla destra è un'eterocisti all'interno della quale avviene la fissazione dell'azoto. La matrice gelatinosa di questo filamento è andata distrutta durante la preparazione del campione per la microscopia elettronica. (b) In tale preparato, la matrice gelatinosa è appena distinguibile come strie che si estendono all'esterno della superficie cellulare. La terza cellula dalla sinistra è un'eterocisti. *Anabaena*, al pari di *Calothrix* mostrata in Figura 14.11b, forma acineti (la grande cellula ovale alla destra).

*Anabaena flos-aquae*





**Figura 17.6**  
Modello di ficoobilisoma delle Cyanophyceae. AFC: allofocianina; FC: focianina; FE: ficoeritrina (disegno di G.P. Felicini).

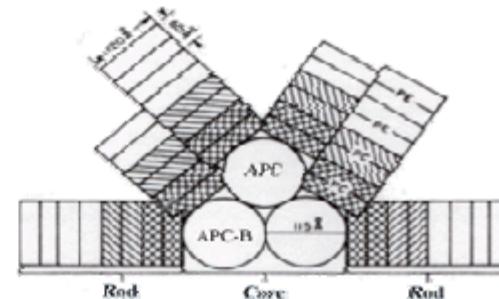
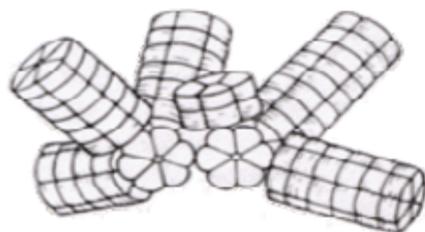


**Figura 17.5**  
Spettro d'assorbimento delle due principali ficoobiline (disegno di G.P. Felicini).

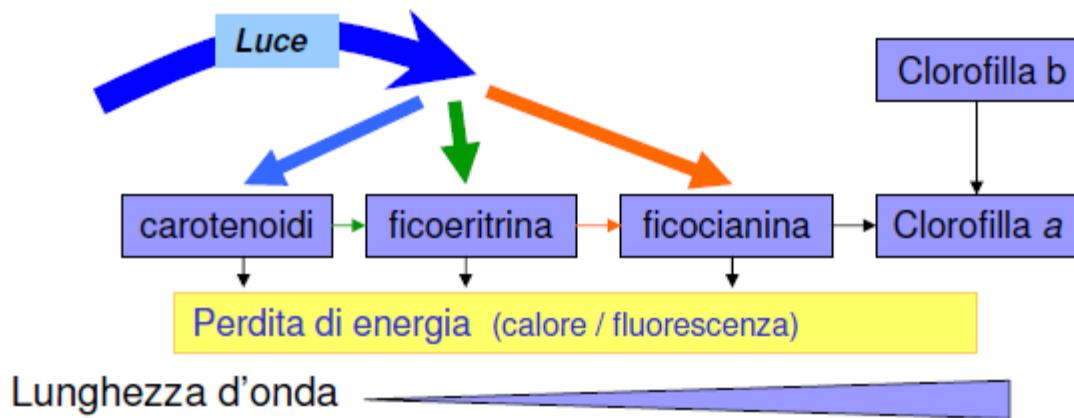
La caratteristica principale è la presenza di complessi antenna sopramolecolari, chiamati **ficoobilisomi**.

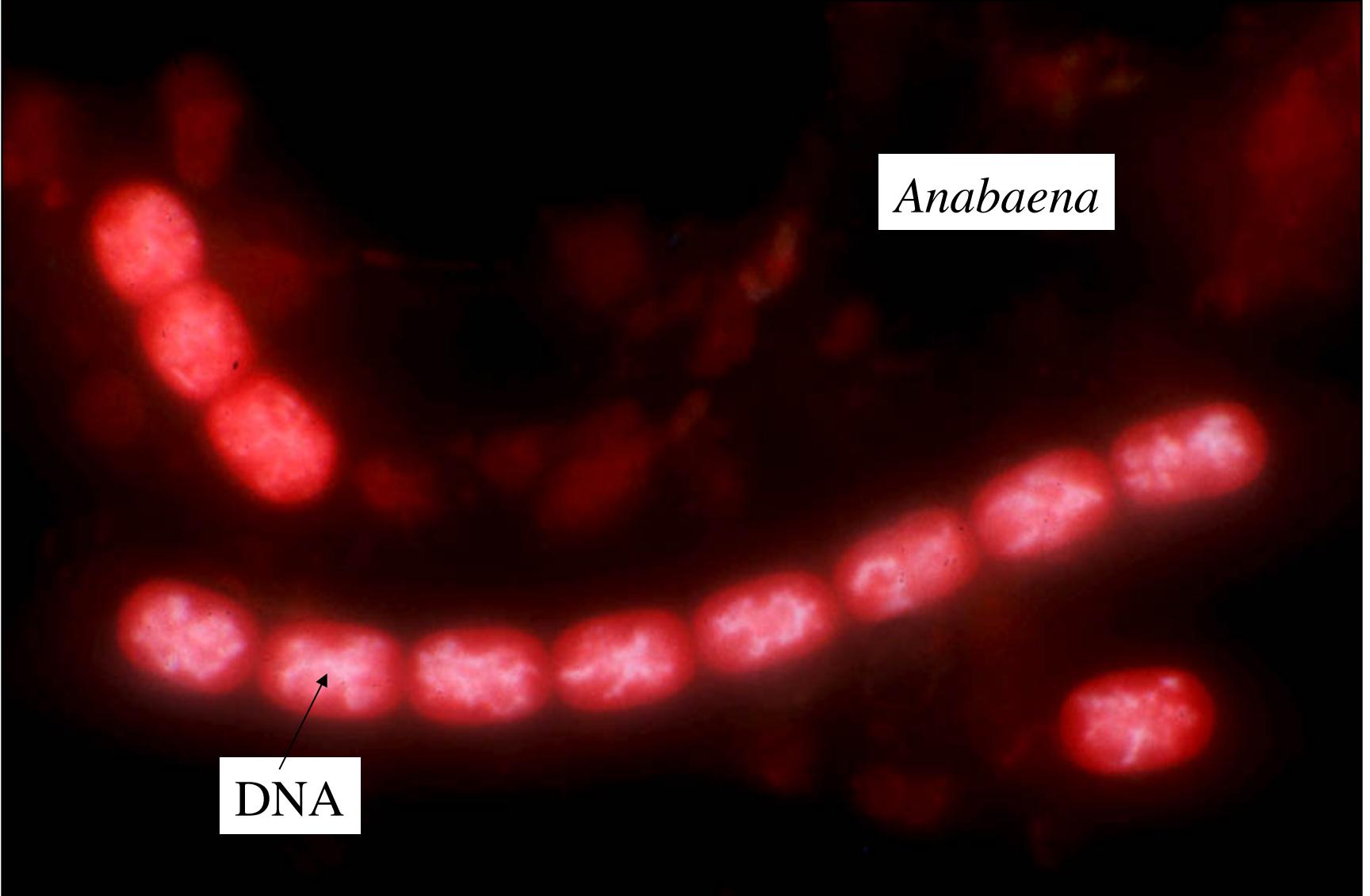
# I ficobilisomi dei cianobatteri

Strutture a bastoncello con 300-400 molecole di cromoforo, catturano e trasportano l'energia luminosa al centro di reazione



Esameri a forma di disco, proteina al centro **alloficocianina** (APC)





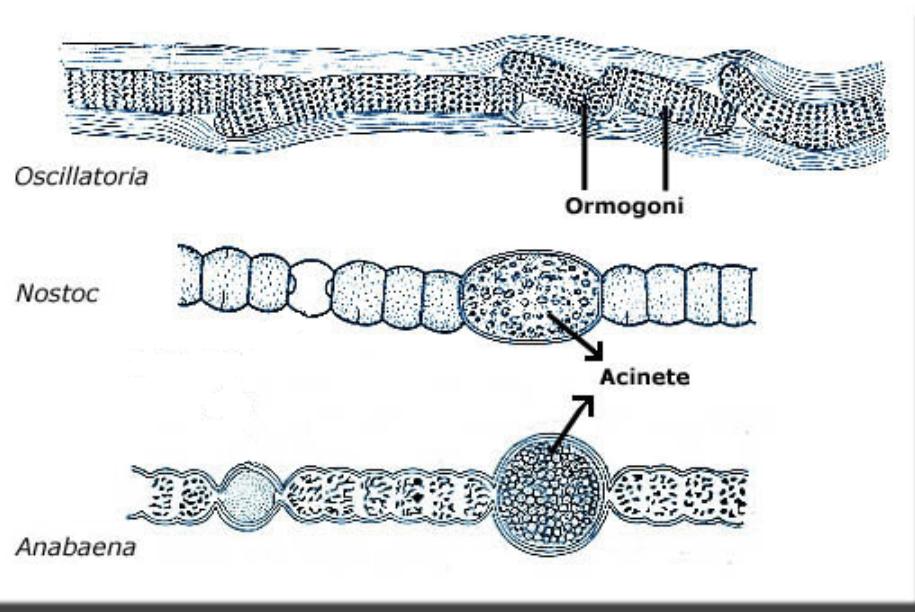
*Anabaena*

A fluorescence micrograph showing several dark, elongated filaments of the cyanobacterium *Anabaena*. The filaments are composed of numerous small, bright red fluorescent spots, which represent individual DNA molecules. A white rectangular label in the bottom-left corner contains the word "DNA" in black capital letters. An arrow points from this label to one of the red fluorescent spots on a filament. The background is dark, making the red fluorescence stand out.

DNA

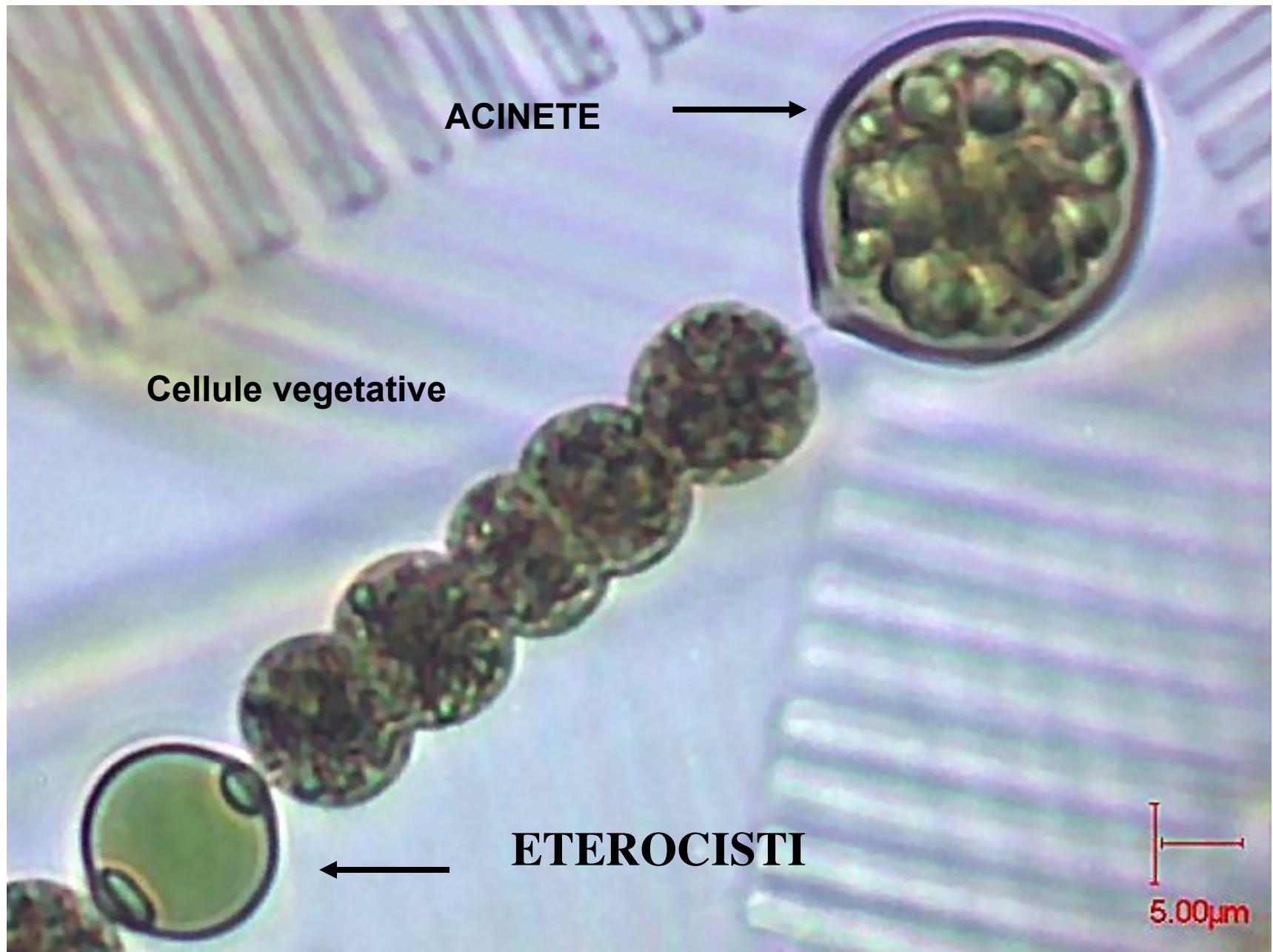
I cianobatteri, come il resto dei procarioti, hanno solo una riproduzione vegetativa che avviene di norma per scissione binaria, con separazione delle due parti per invaginazione della membrana plasmatica previa duplicazione del filamento di DNA.

Le forme coloniali possono moltiplicarsi per frammentazione, cioè direttamente per separazione di gruppi cellulari dalla colonia madre, o per sporulazione, cioè per formazione di spore durevoli.

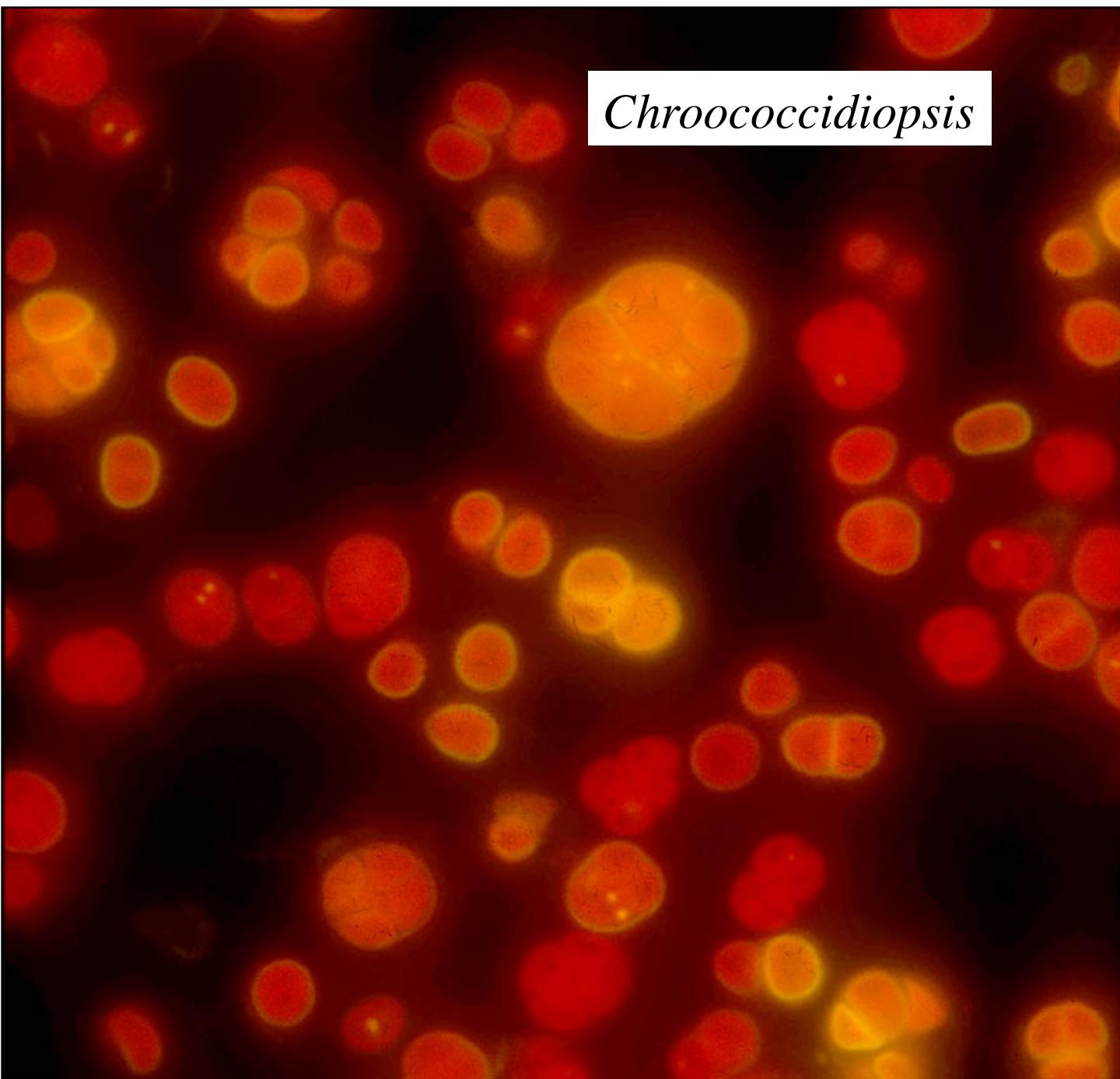


La **sporulazione** avviene per trasformazione di cellule della colonia in strutture durevoli in grado di divenire quiescenti e resistere alle condizioni avverse, come la siccità.

Si tratta di spore, dette **acineti**, voluminose, con parete fortemente ispessita e pluristratificata, in grado di sopravvivere in vita latente anche per moltissimi anni e di germinare, in condizioni idonee, riproducendo una nuova colonia.



*Chroococcidiopsis*

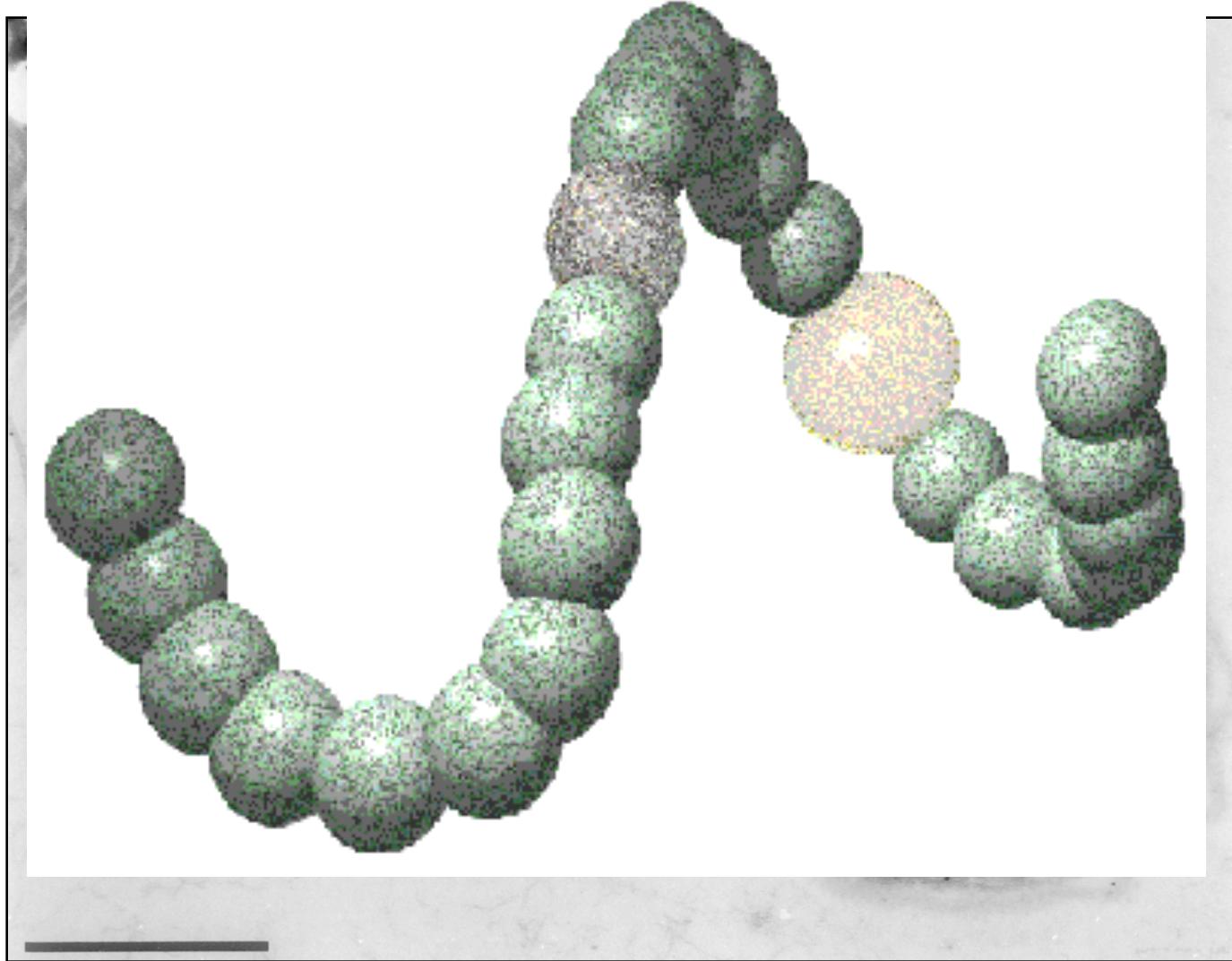


ЗК-99/0,5

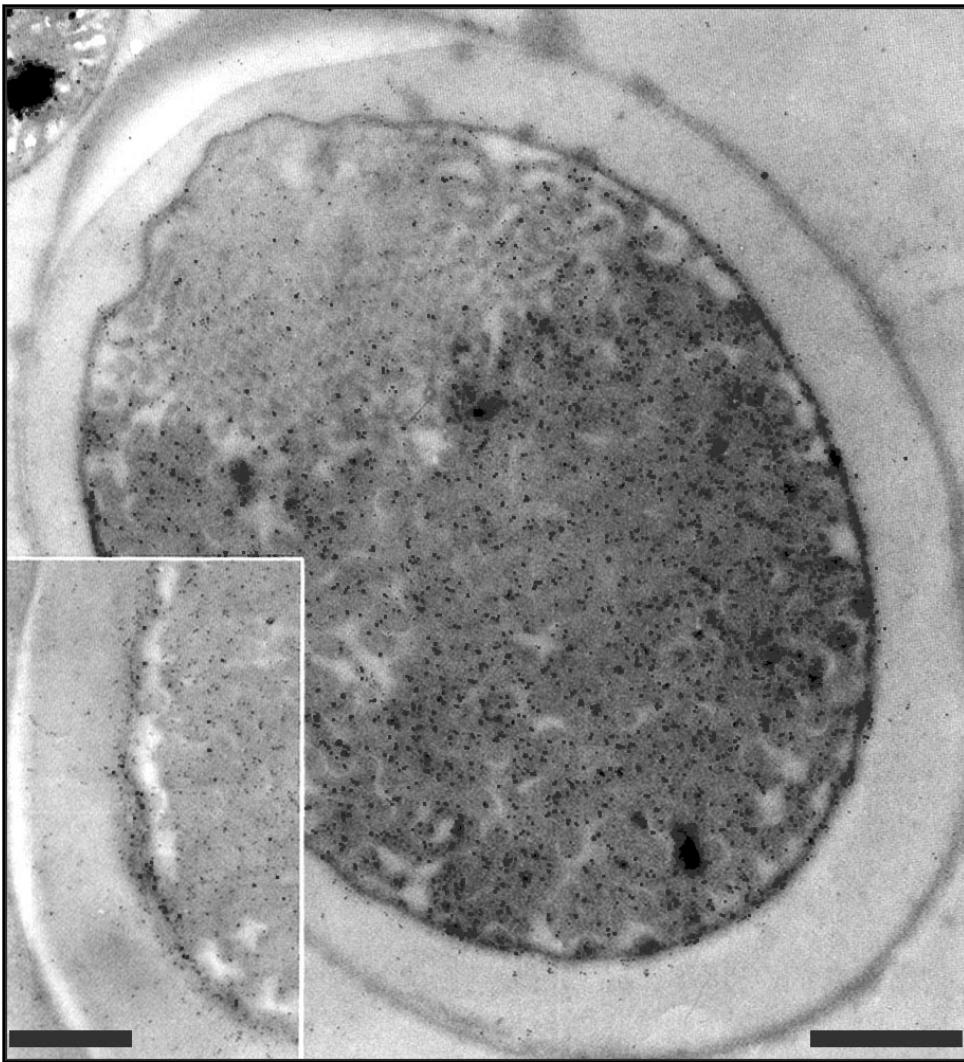




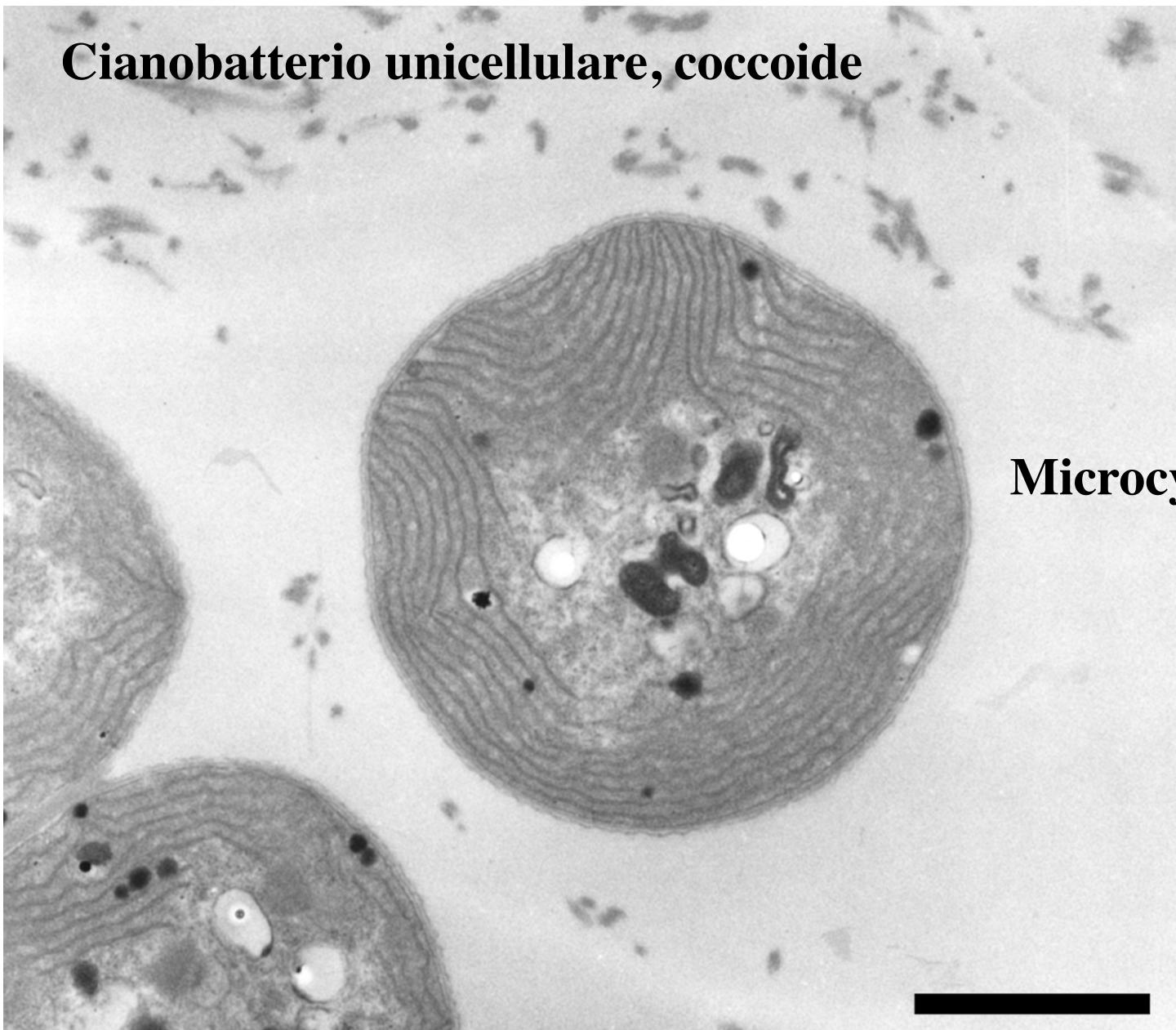
## Cellula vegetativa



# Eterocisti



**Cianobatterio unicellulare, coccoide**



**Microcystis**

# Azotofissazione

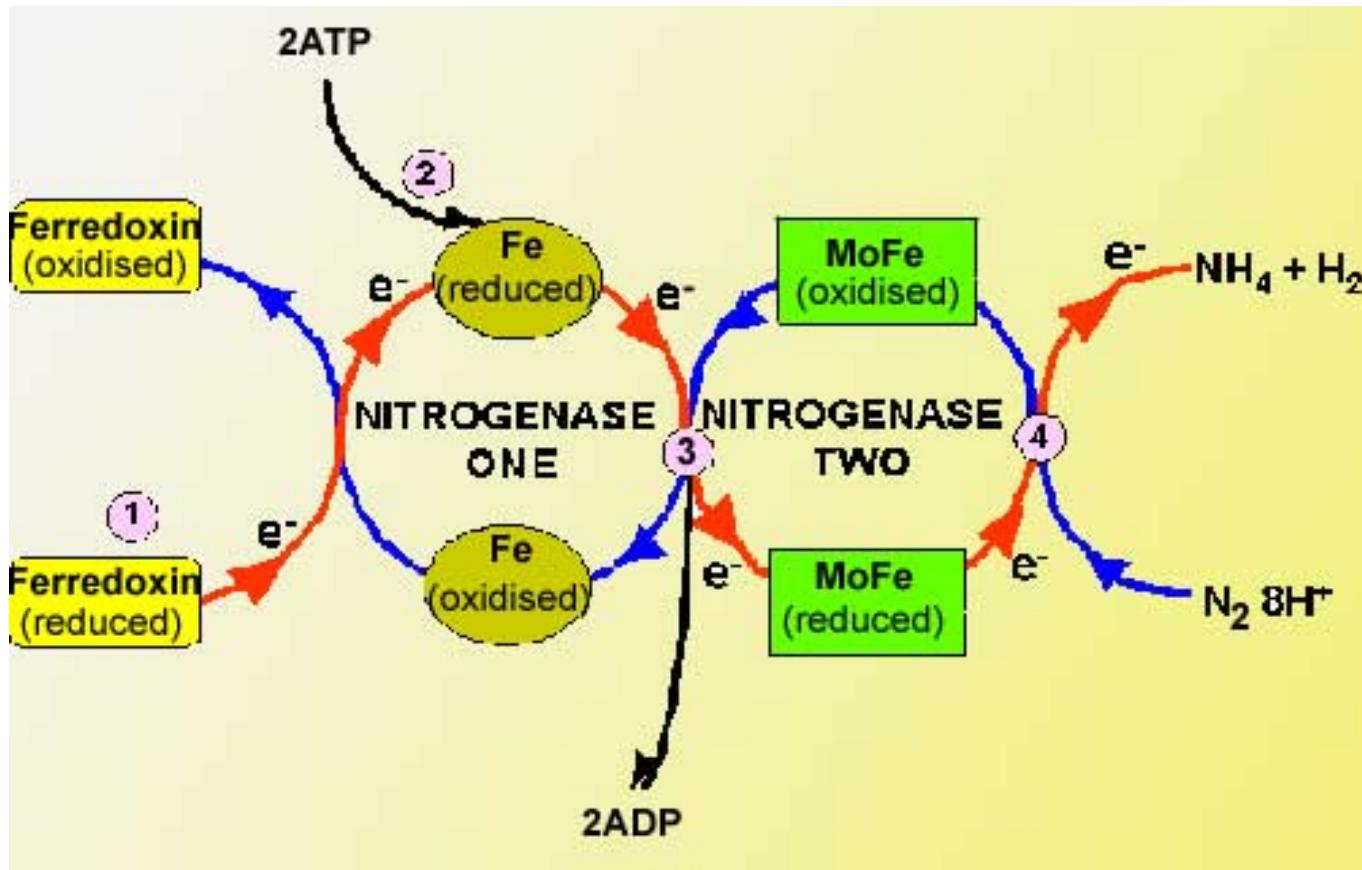


Nitrogenasi

ETEROCISTI dei cianobatteri

Batteri: *Rhizobium*

# Complesso della Nitrogenasi





## Cianobatteri e fioriture



L'eccessivo apporto di nutrienti (in particolare fosforo e azoto) favorisce l'abbondante crescita di differenti specie di cianobatteri, micro e macro-alghe.

In particolare lo sviluppo dei cianobatteri risulta legato a determinate condizioni climatiche (temperatura compresa tra i 10 ed i 30 °C, assenza di vento, basse pressioni, assenza di turbolenza delle acque).

## ***Buoyancy***

Molti cianobatteri planctonici (es. *Microcystis aeruginosa*) sono capaci di regolare il loro galleggiamento in risposta alla luce, alle condizioni di turbolenza dell'acqua e ai nutrienti disponibili.

Questa caratteristica permette loro di migrare lungo i gradienti termici della colonna d'acqua durante l'anno, in risposta a stimoli luminosi ed esigenze nutritive.

Il galleggiamento dei cianobatteri è controllato attraverso il bilanciamento tra il contenuto intracellulare di carboidrati (prodotti dalla fotosintesi) e la presenza di minuscole vescicole gassose (<300 nm), che riducono la densità delle cellule o dei filamenti, aumentando le capacità di galleggiamento.



@ PJS Franks

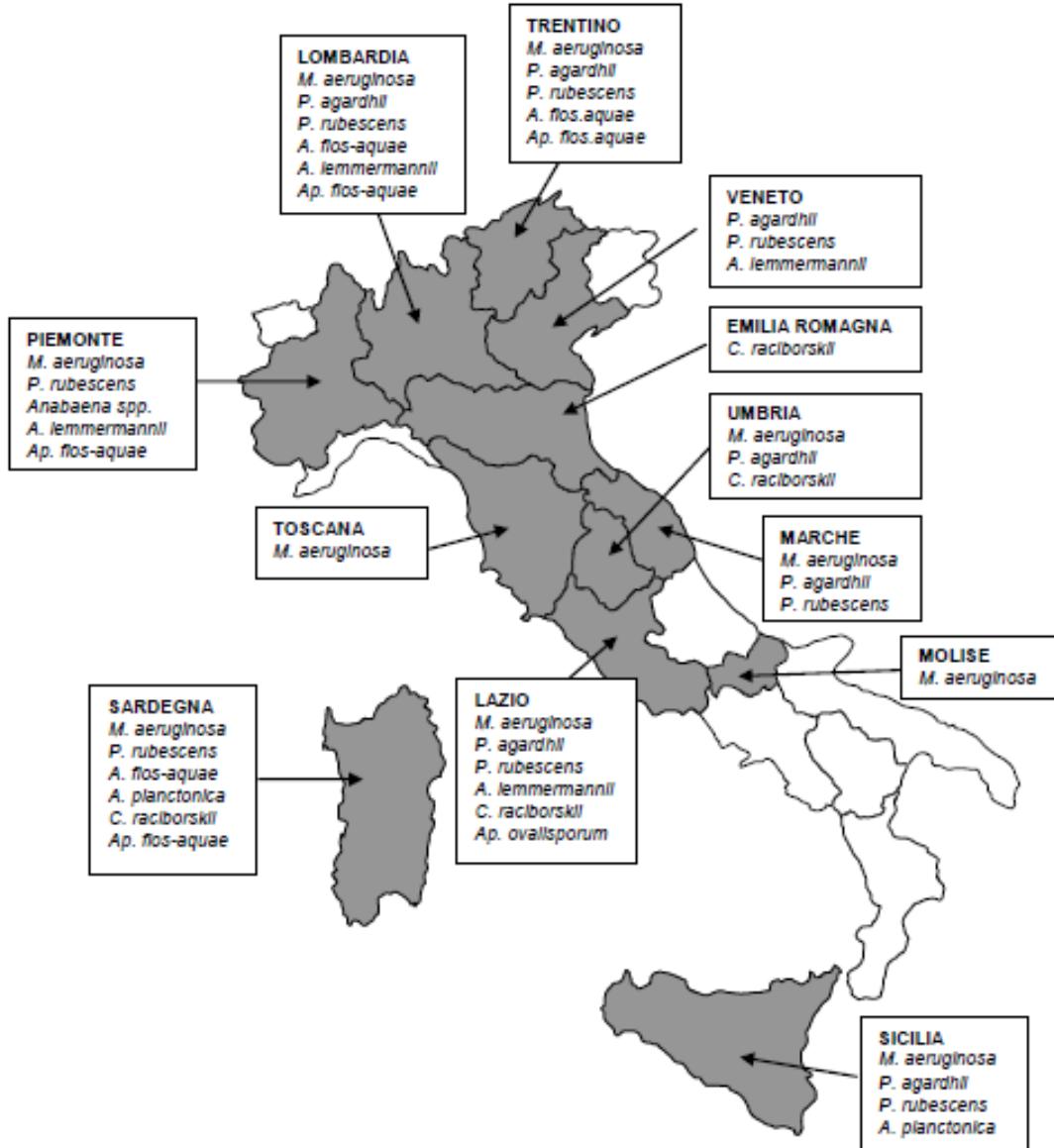
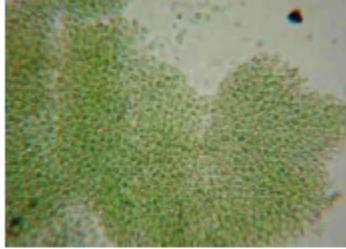


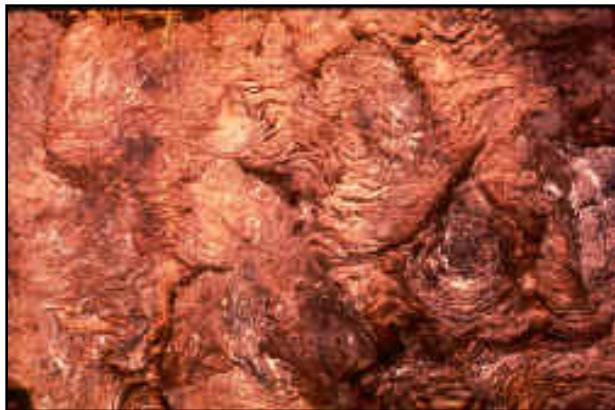
Figura 1. Distribuzione dei cianobatteri nelle varie regioni italiane

Tabella 2. Alcune delle specie più rappresentate

Ordine	T
<b>Chrococcales</b>	
Genere	<i>Coelosphaerium</i>
Specie	<i>C. kuetzingianum</i>
	ne ep
Genere	<i>Cyanobium</i>
Specie	<i>C. bacillare</i> (sin. <i>Synechococcus bacillare</i> )
	m
Genere	<i>Microcystis</i>
Specie	<i>M. aeruginosa</i>
	m
	<i>M. botrys</i>
	<i>M. viridis</i>
	<i>M. wesenbergii</i>
	m
Genere	<i>Woronichinia</i>
Specie	<i>W. naegeliana</i>
	ne ep
<b>Oscillatoriales</b>	
Genere	<i>Limnothrix</i>
Specie	<i>L. redekei</i>
	m
Genere	<i>Lyngbya</i>
Specie	<i>L. aerugineo-coerulea</i>
	ne ep
Specie	<i>L. wolfei</i>
	P

### *Microcystis aeruginosa*

<b>Phylum</b>	Cyanobacteria
<b>Ordine</b>	Chrococcales
<b>Genere</b>	<i>Microcystis</i>
<b>Specie</b>	<i>M. aeruginosa</i>
	 <p>Foto: Roger Burks (University of California at Riverside), Mark Schneegurt (Wichita State University) and Cyanosite (<a href="http://www-cyanosite.bio.purdue.edu">www-cyanosite.bio.purdue.edu</a>)</p>
<b>Autore</b>	Kutz.em. Elenkin
<b>Anno</b>	1846
<b>Descrizione</b>	<p>Le cellule di <i>M. aeruginosa</i> sono caratterizzate dalla presenza di vescicole gassose e mostrano la tendenza a formare aggregati o colonie in numero variabile che vanno da pochi a 100 individui, le cui dimensioni variano tra 600 e 900 µm di lunghezza. Le colonie possono apparire di forma sferica, lobata o reticolare. Le colonie sospese, ad occhio nudo, appaiono come piccoli grumi blu-verdi. Le singole cellule sono piccole, 4-8 µm di diametro, con pseudovacuoli visibili e altamente rifrattivi che causano il movimento ed il galleggiamento delle colonie sulla superficie dell'acqua. Le cellule della colonia sono tenute insieme da una matrice trasparente e gelatinosa che può essere difficile da discernere durante l'esame al microscopio. Gli acineti e le eterocisti sono assenti.</p>
<b>Condizioni favorevoli per le fioriture</b>	<p>Le specie di <i>Microcystis</i> sono particolarmente presenti nelle regioni temperate, specialmente in acque dolci in condizioni di bassa salinità. Le fioriture persistono nei corpi idrici se sono presenti livelli adeguati di nutrienti e temperature non al di sotto dei 15°C (ottimo di temperatura 25°C). Le fioriture si verificano normalmente nella tarda estate ed all'inizio dell'autunno e sono comuni in corpi d'acqua eutrofici o ipertrofici. <i>Microcystis aeruginosa</i> regola il proprio galleggiamento in risposta alla luce, alle condizioni di turbolenza dell'acqua ed ai nutrienti disponibili. Le piogge possono favorire la formazione delle fioriture in quanto aumentano i livelli di nutrienti (anche a seguito del dilavamento del suolo). Le fioriture sono rapide ed imponenti.</p>
<b>Tossine prodotte</b>	<p>Microcistine (Charmichael et al., 1988)        Microviridina-J (Rohrlack et al., 2003)</p>
<b>Distribuzione</b>	<p>Stati Uniti, Cina, Australia e Nuova Zelanda, Germania, Romania, Spagna, Svezia, Turchia. In Italia segnalazioni provengono da Lombardia, Trentino, Piemonte, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Molise, Sicilia e Sardegna.</p>



Stromatoliti fossili

cianobatteri





ALH 84001  
Meteorite di origine marziana



## Biodeterioramento

Si tratta prevalentemente di organismi, denominati *autotrofi, capaci di* utilizzare sostanze inorganiche per sintetizzare le molecole organiche necessarie al loro fabbisogno nutrizionale.

In molti casi, tuttavia, la concomitante presenza su un manufatto di sostanze inorganiche e di sostanze organiche, quest'ultime derivanti sia dalla presenza degli stessi organismi e dei loro residui organici, sia da prodotti utilizzati in occasione di interventi conservativi, può determinare

lo sviluppo anche di microrganismi *eterotrofi, altrimenti non possibile su materiali a* composizione esclusivamente inorganica. Tale situazione comporta una maggiore diversità nei fenomeni di degrado, fenomeni che possono, in alcuni casi, portare ad interazioni sinergiche

# Catacombe

## CAVE of BATS



Z1 - Cave entrance.  
Natural light.

Sample type:  
limestone.

Alteration observed:  
green patinas, red  
and black spots.



Z2 - Close to the  
entrance. Artificial  
and natural light.

Sample type:  
limestone.

Alteration observed:  
green patinas.



Z3 - Dust deposition  
on the limestone.  
Artificial light.

Sample type:  
limestone.

Alteration observed:  
green patinas, black  
spots.



Z4 - Water percolation  
on the wall. Artificial  
light.

Sample type:  
limestone.

Alteration observed:  
green patinas.



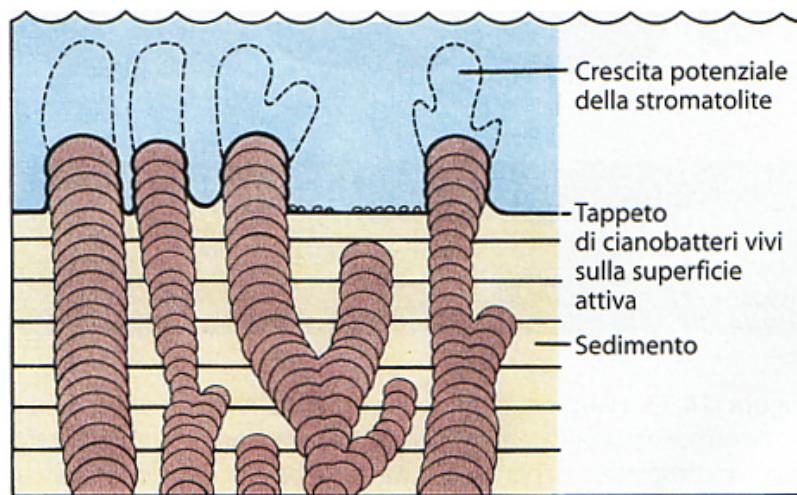
**Cianobatteri  
e biotecnologie**



**Massa di cianobatteri**

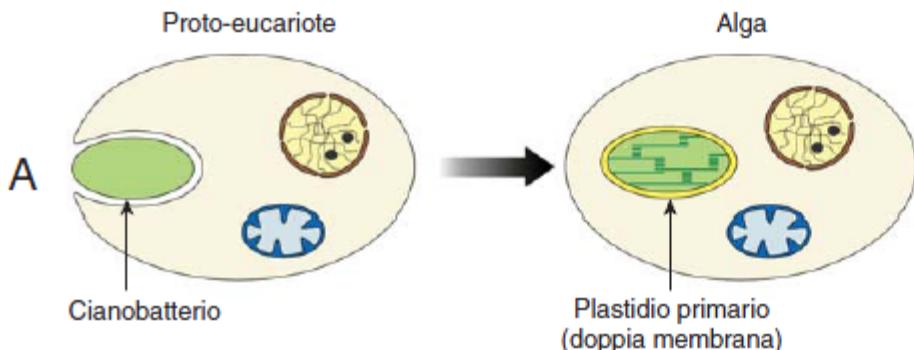


stromatoliti

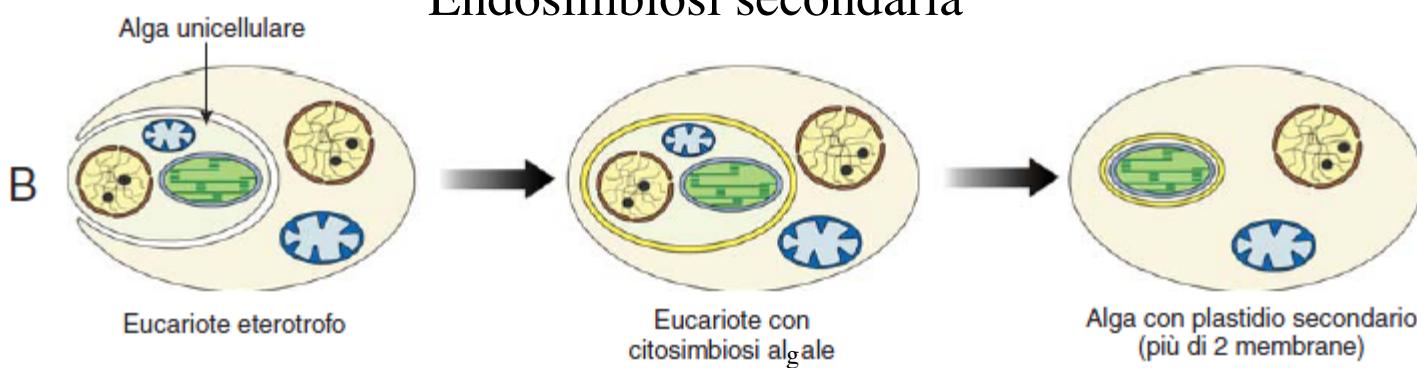


**Figura 14.12** Le stromatoliti si formano quando fiorenti colonie di cianobatteri legano carbonato di calcio in strutture cupoliformi, come quelle mostrate nel disegno e nella fotografia, o in altre strutture con forme più complesse. Tali strutture sono frequenti nei ritrovamenti fossili: oggi si formano solo in ambienti particolari, quali le pozze di marea di Hamlin Pool nell'Australia occidentale, mostrate qui.

## Endosimbiosi primaria



## Endosimbiosi secondaria



**Figura 6.20**

A) Endosimbiosi primaria: il proto-eucariote fagocita un cianobattario che darà luogo al cloroplasto delimitato da una doppia membrana. B) Endosimbiosi secondaria: un eucariote eterotrofo fagocita un'alga unicellare della quale, per degenerazione degli altri organuli, rimane nel simbionte solo un cloroplasto delimitato da un involucro formato da più di due strati (disegno di A. Valletta).