

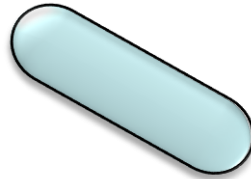
Microrganismi

	Procarioti Eubatteri- Archibatteri	Eucarioti Funghi-Protozoi (alghe)
Dimensioni	~ 1-10 μm	~ 10-100 μm
genoma	Nucleoide diffuso	Nucleo con membrana
Crosoma	In genere circolare	lineari
Trascrizione Traduzione	citoplasma	Nucleo citoplasma
Ribosomi	70S (50+30)	80S (60+40)
Strutture interne	rare	Organelli delimitati da membrane e citoscheletro
Mobilità	Flagelli di flagellina	Flagelli e ciglia di tubulina
Mitocondri	Assenti	Presenti (con rarissime eccezioni)
Cloroplasti	Assenti	(alghe)
Parete cellulare	Presente	(funghi-chitina)
Divisione	Principalmente schizogonica	Mitosi/meiosi (fissione/gemmazione)
Steroli in membrana	Generalmente assenti	colesterolo

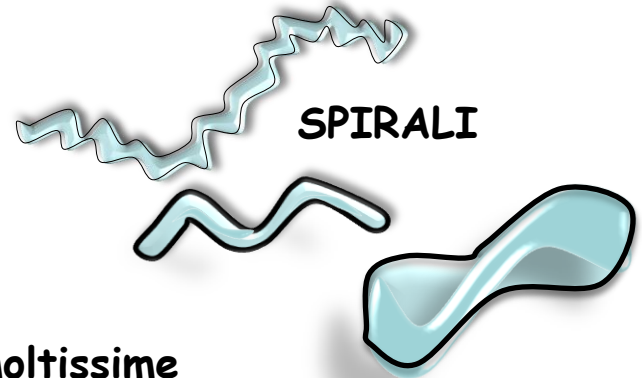
la forma dei batteri viene spesso riferita a tre modelli principali



SFERE

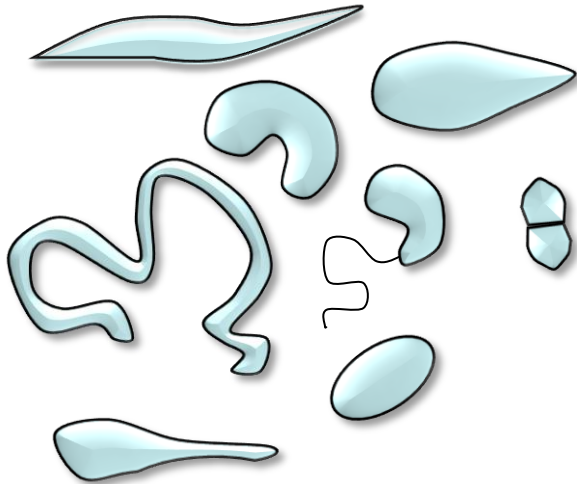


BASTONCELLI

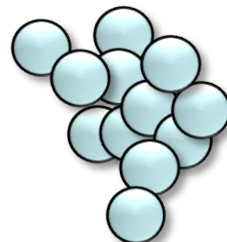


SPIRALI

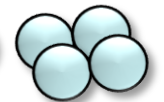
Ma le variazioni sulle forme essenziali sono moltissime



E ci possono essere disposizioni diverse



Grappolo
irregolare



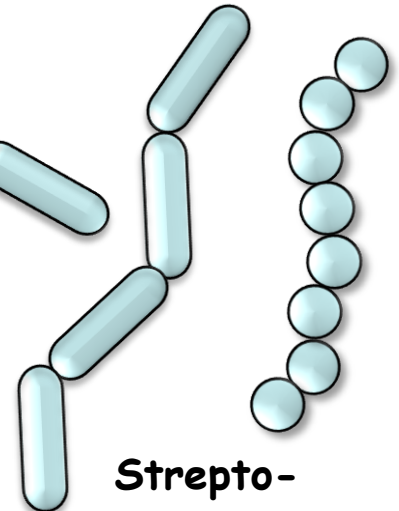
Tetrade



Sarcina



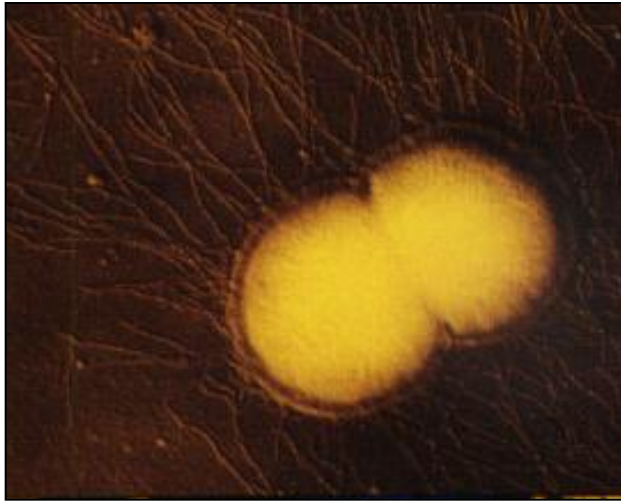
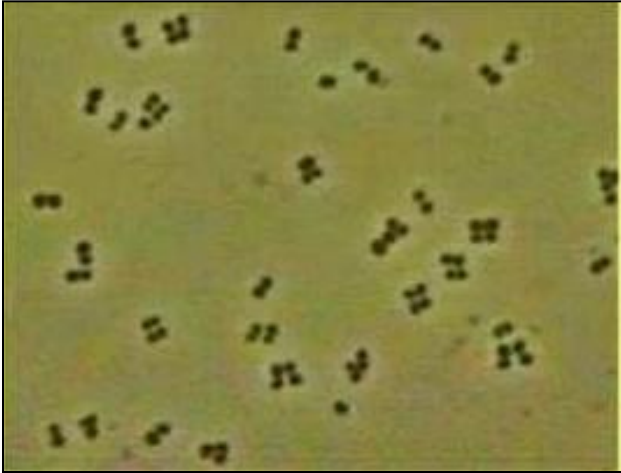
Diplo-



Strepto-

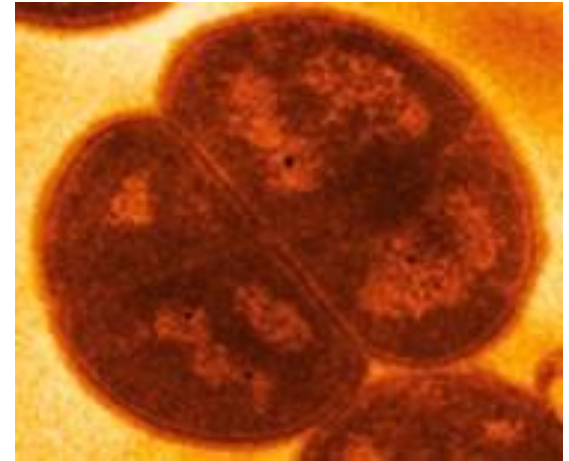
COCCHI

regolari



appiattite su un lato
(Emisfere)

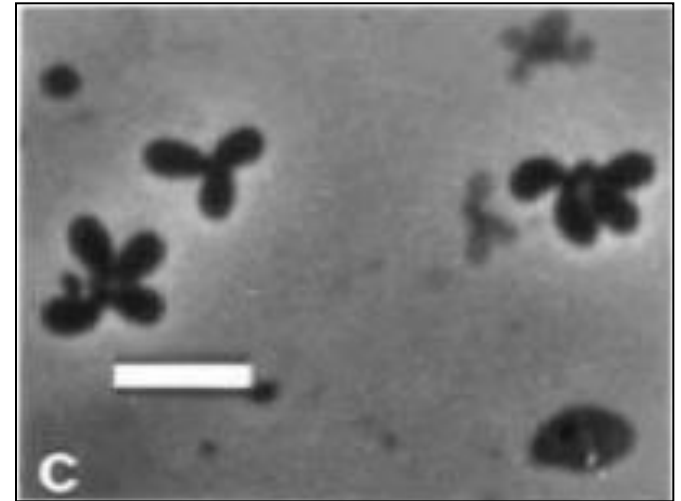
irregolari



Coniche
(a forma di lancia)

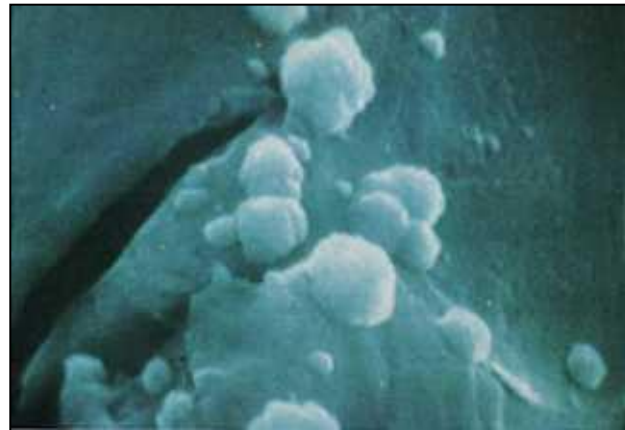


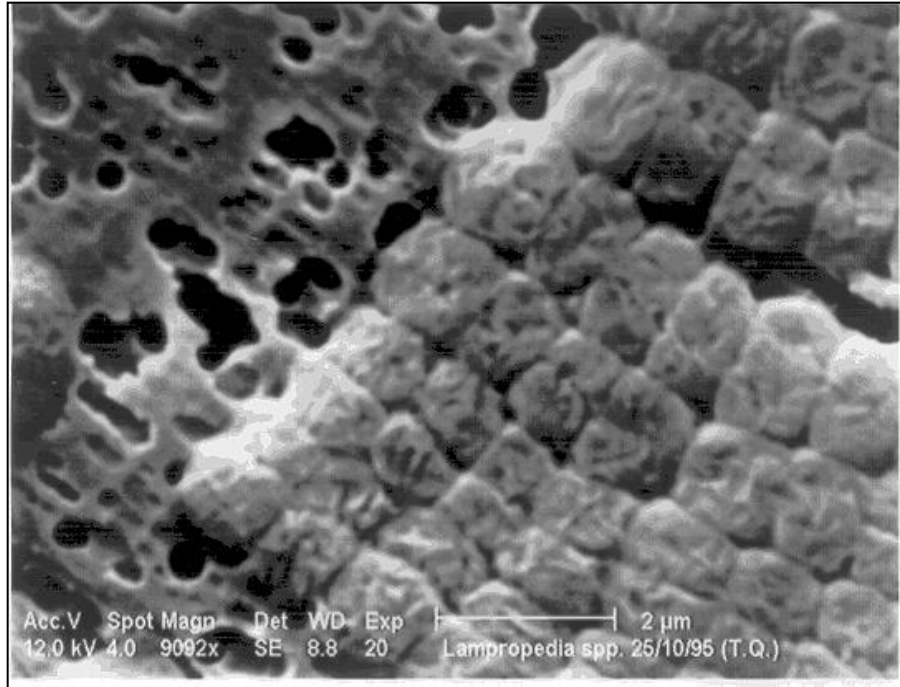
scavate



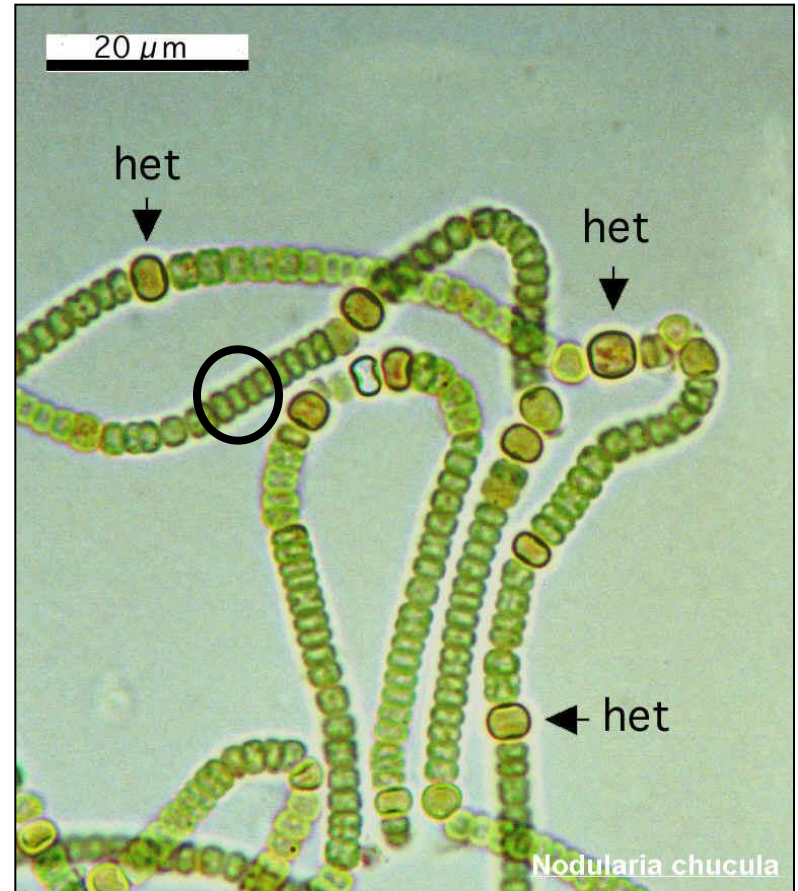
Ad acino

lobate





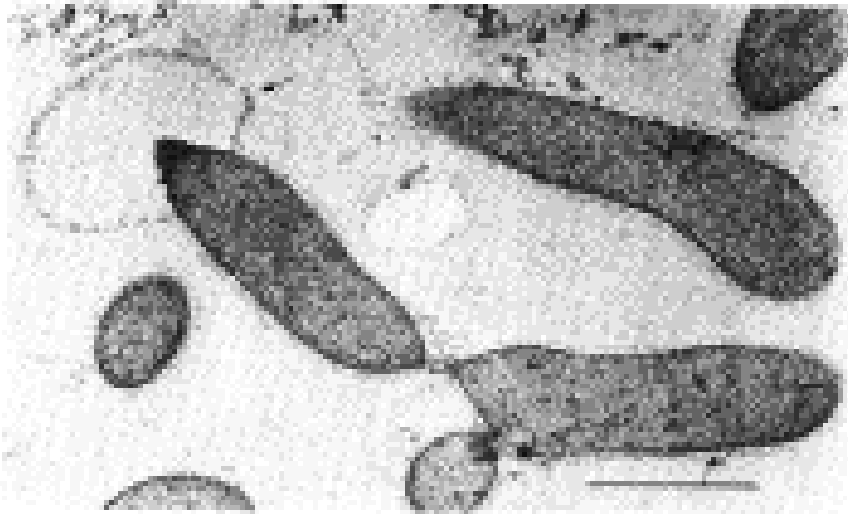
allungate, appiattite su 4 lati lungo l'asse maggiore



**appiattite su due lati
(barre)**

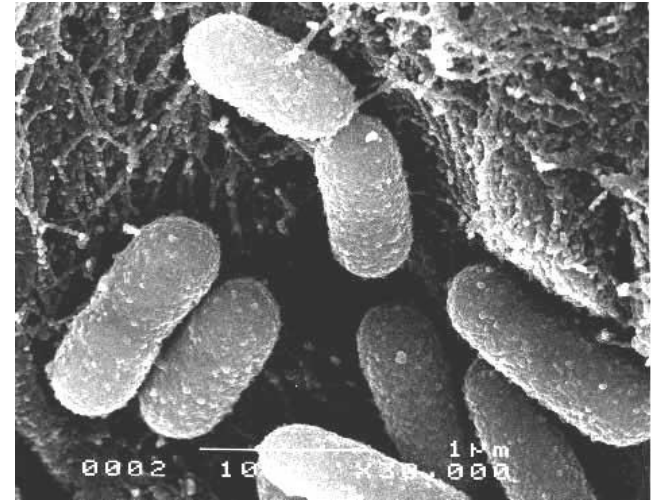
CILINDRI

le estremità possono essere

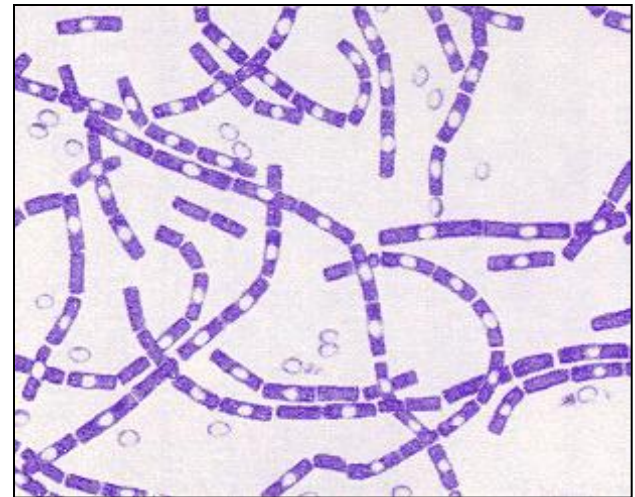


arrottondate

BASTONCELLI (BATTERI, BACILLI)



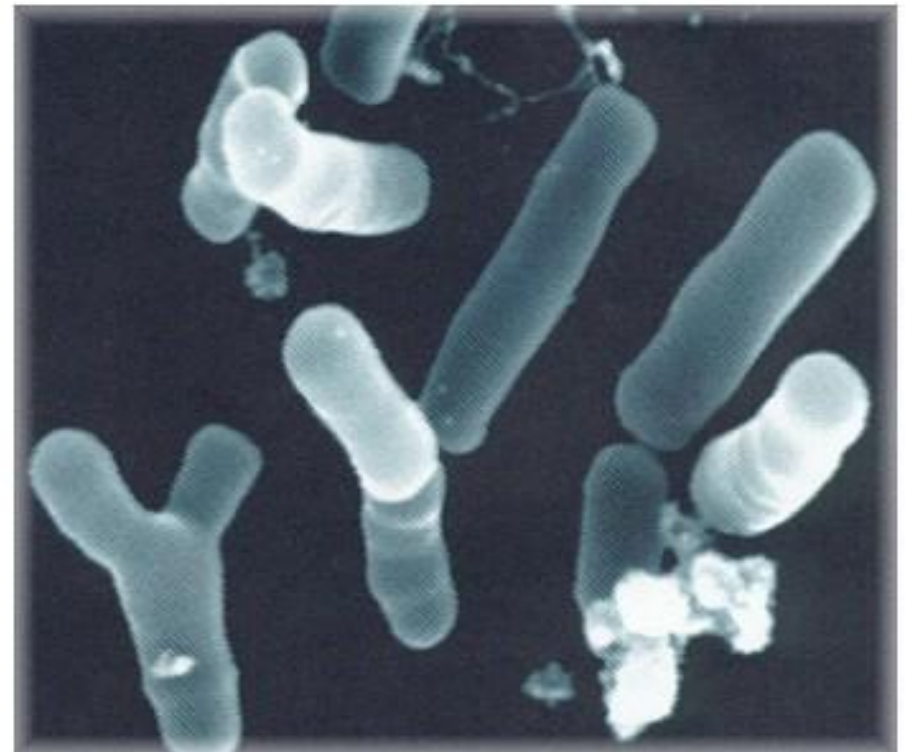
arrotondate



squadrate



rigonfie



ramificate

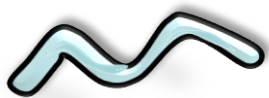
I cilindri possono essere tronchi (dischi)



**La base dei dischi può anche
non essere circolare**



**lunghissimi
(Filamenti)**



SPIRALI

Lunghe rigide



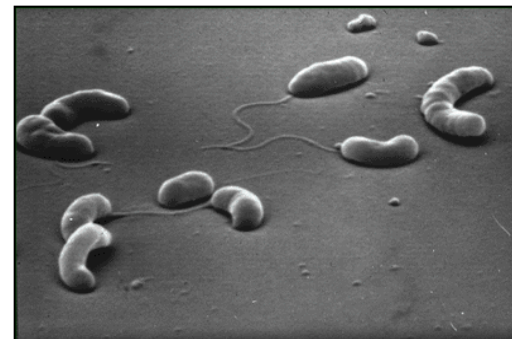
Spirillo

Lunghe flessibili

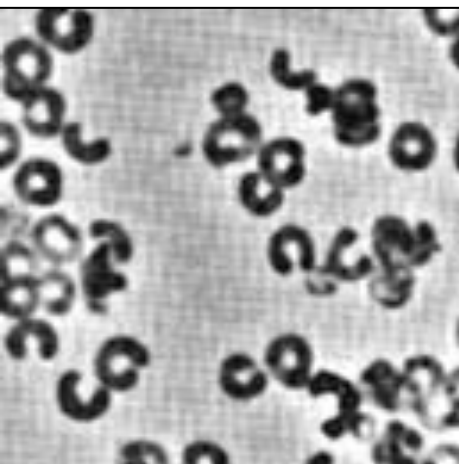


Spirochete

corte

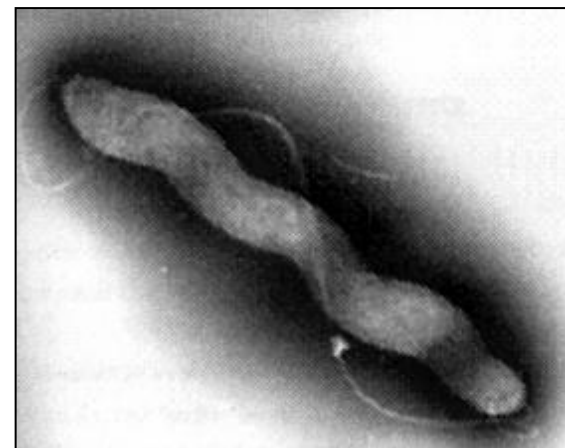


Vibrione



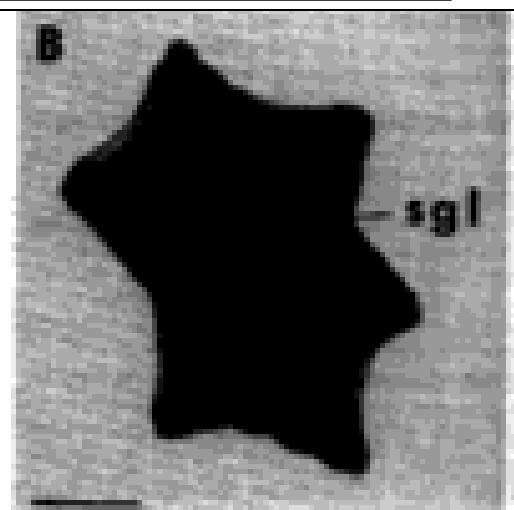
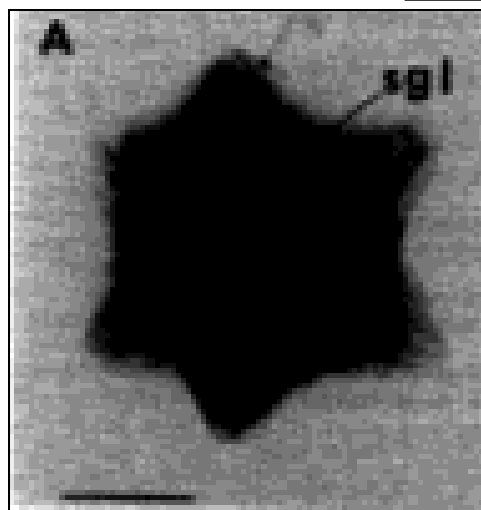
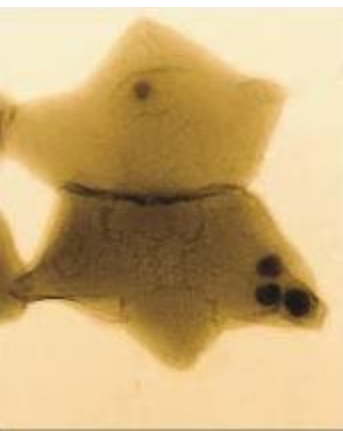
A ciambella

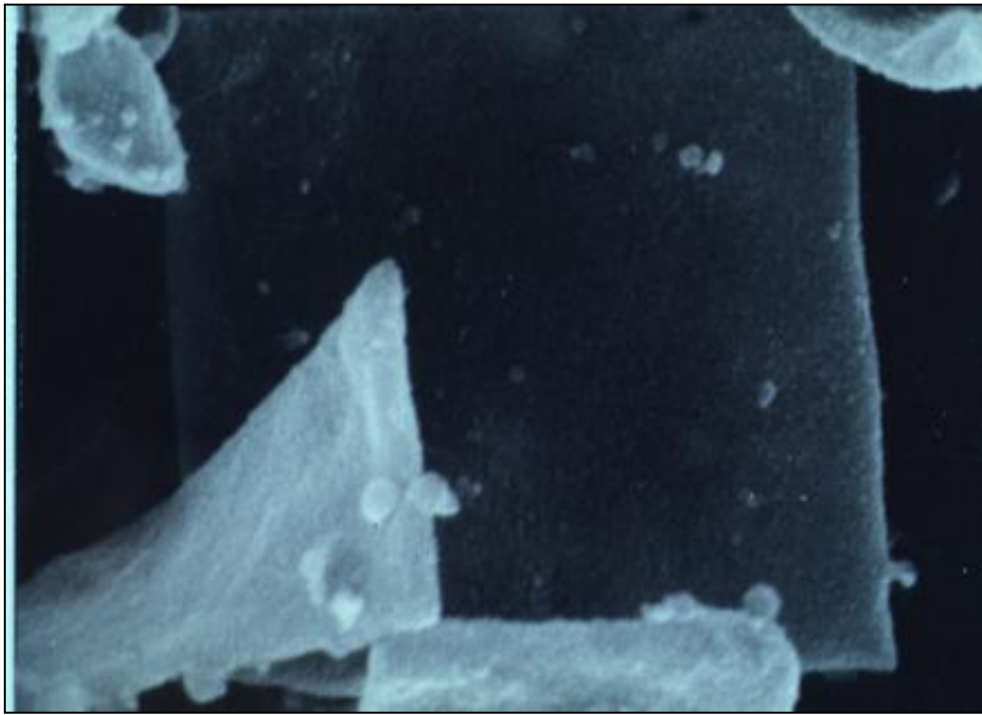
Elicoidali
(*Helicobacter*)



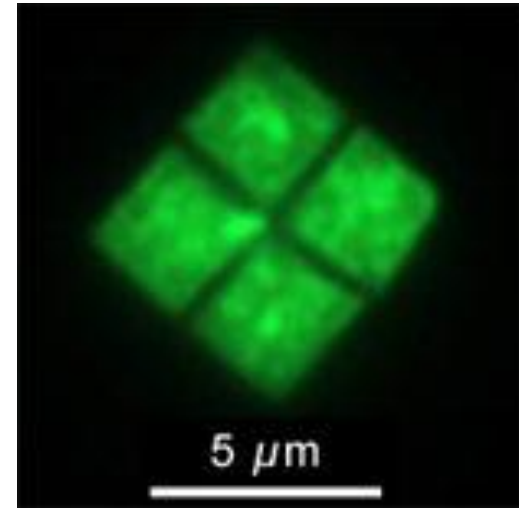
ALTRE FORME:
Piatte (più o meno)

A forma di stella





Piatta e quadrata



Walsby's Square Bacterium
Archibatterio alofilo
(*Haloquadratum walsbyi*)

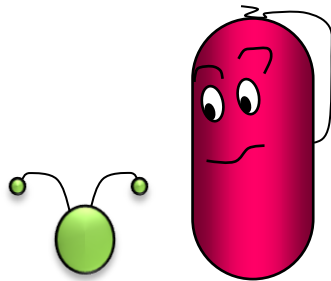
http://www.biochem.mpg.de/en/eg/oesterhelt/web_page_list/Org_Hqwal/index.html

**I batteri sono molto più piccoli delle
cellule eucariotiche**

**le loro dimensioni sono dell'ordine dei μm
(in media 1-10)**

Circa $0,3 \mu\text{m}$ i più piccoli (micoplasmi)

Nanobatteri???

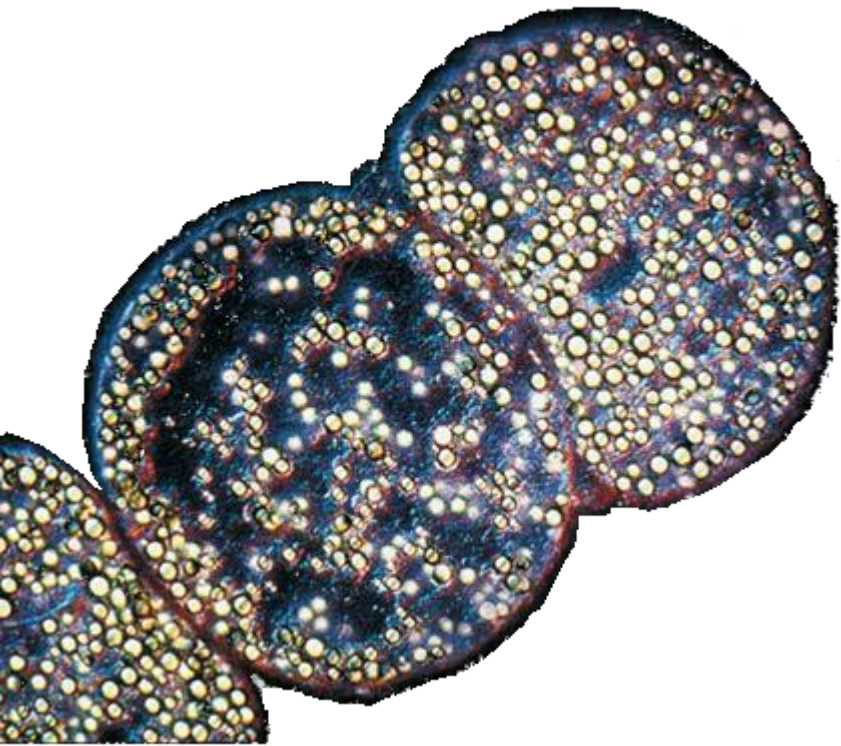
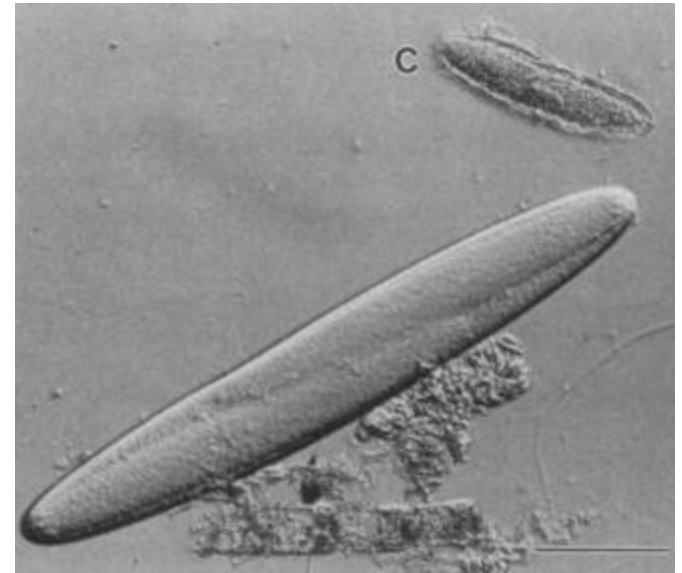


**NO!! Proteine complessate con sali precipitati!
I nanobatteri non esistono**

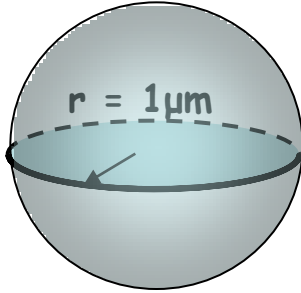
I più grandi..

Epulopiscium fishelsonii
(30-520 μm)

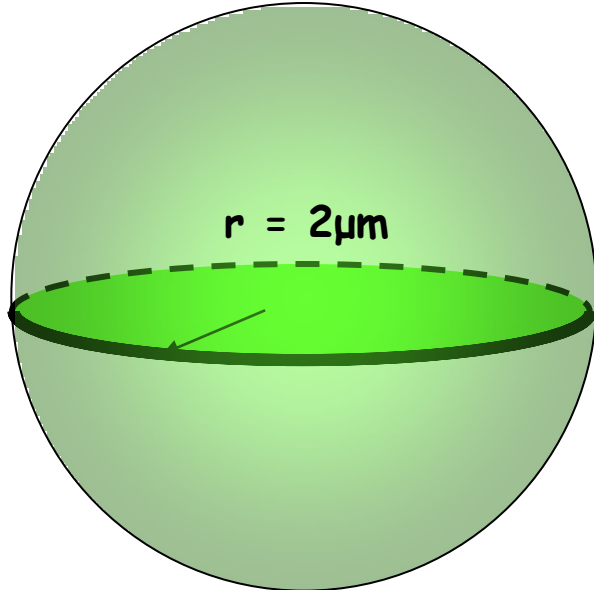
Thiomargarita namibiensis
($\approx 700 \mu\text{m}$)



Dimensioni: Le dimensioni ridotte dei batteri sono convenienti per lo scambio con l'ambiente esterno

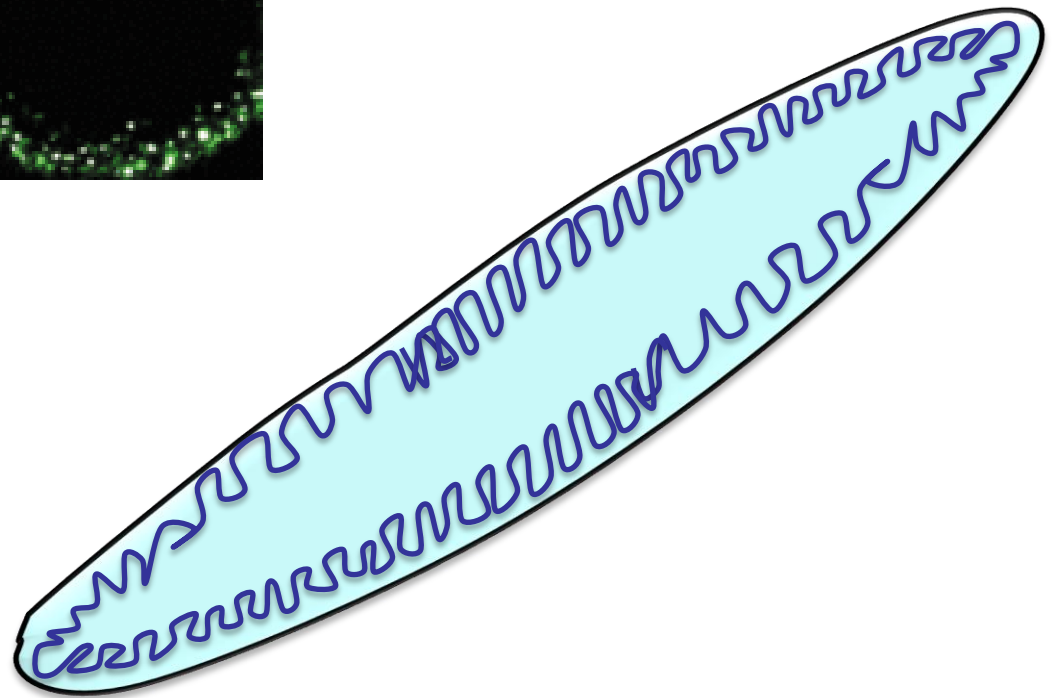
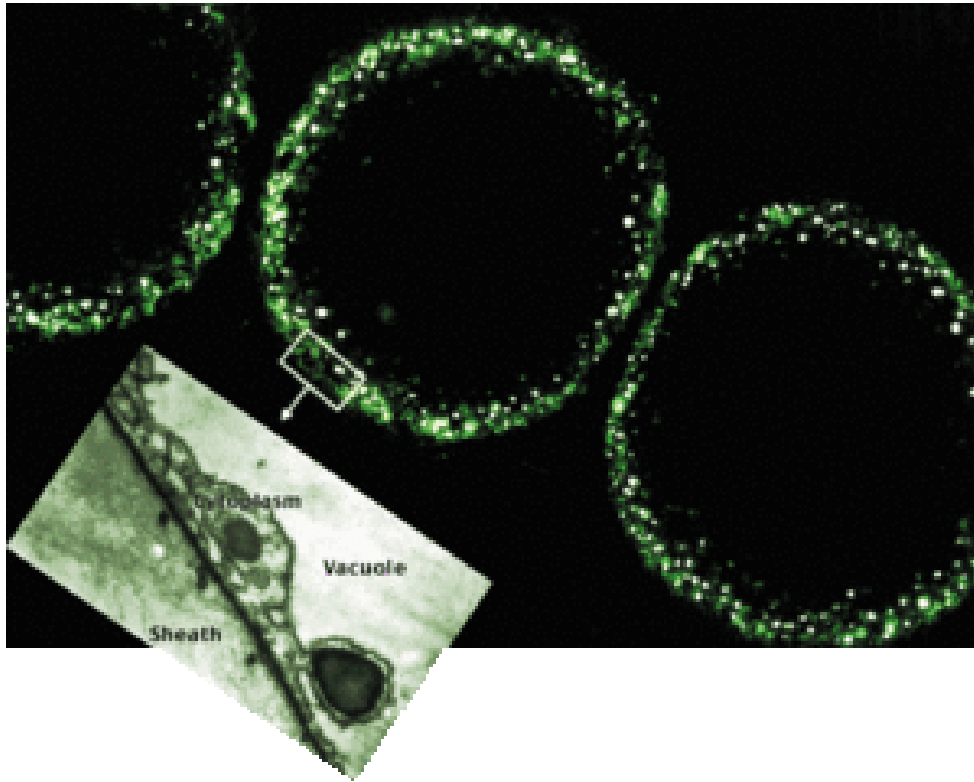


$$\begin{aligned}\text{superficie } (4\pi r^2) &= 12,6 \mu\text{m}^2 \\ \text{Volume } 4/3\pi r^3 &= 4,2 \mu\text{m}^3 \\ \text{Rapporto area/volume} &= 3\end{aligned}$$

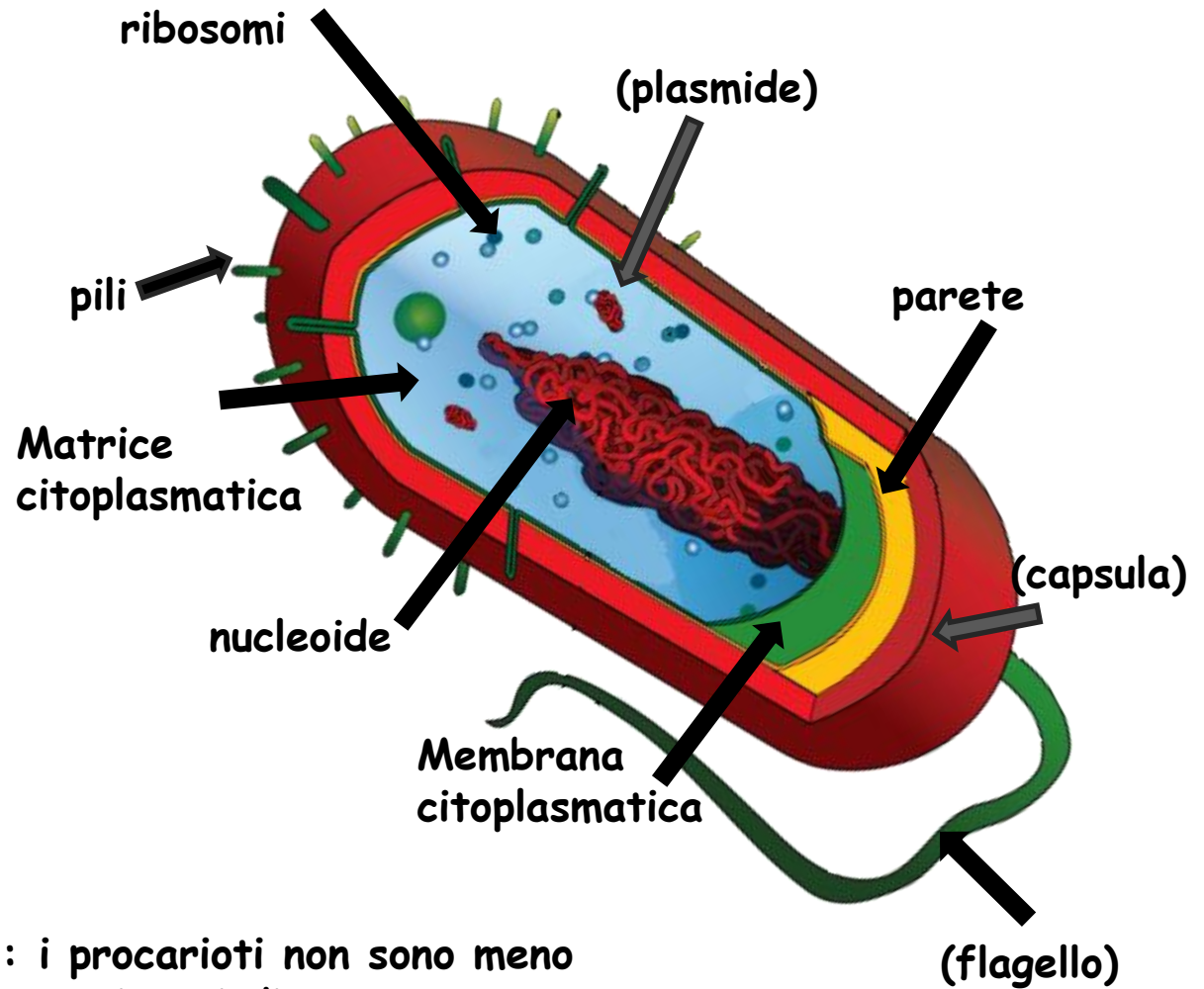
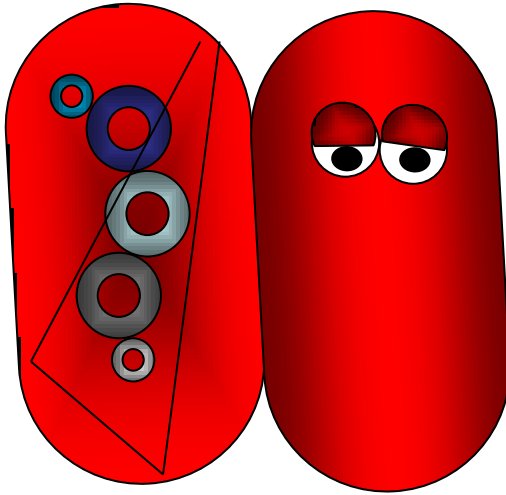


$$\begin{aligned}\text{superficie } (4\pi r^2) &= 50,3 \mu\text{m}^2 \\ \text{Volume } 4/3\pi r^3 &= 33,5 \mu\text{m}^3 \\ \text{Rapporto area/volume} &= 1,5\end{aligned}$$

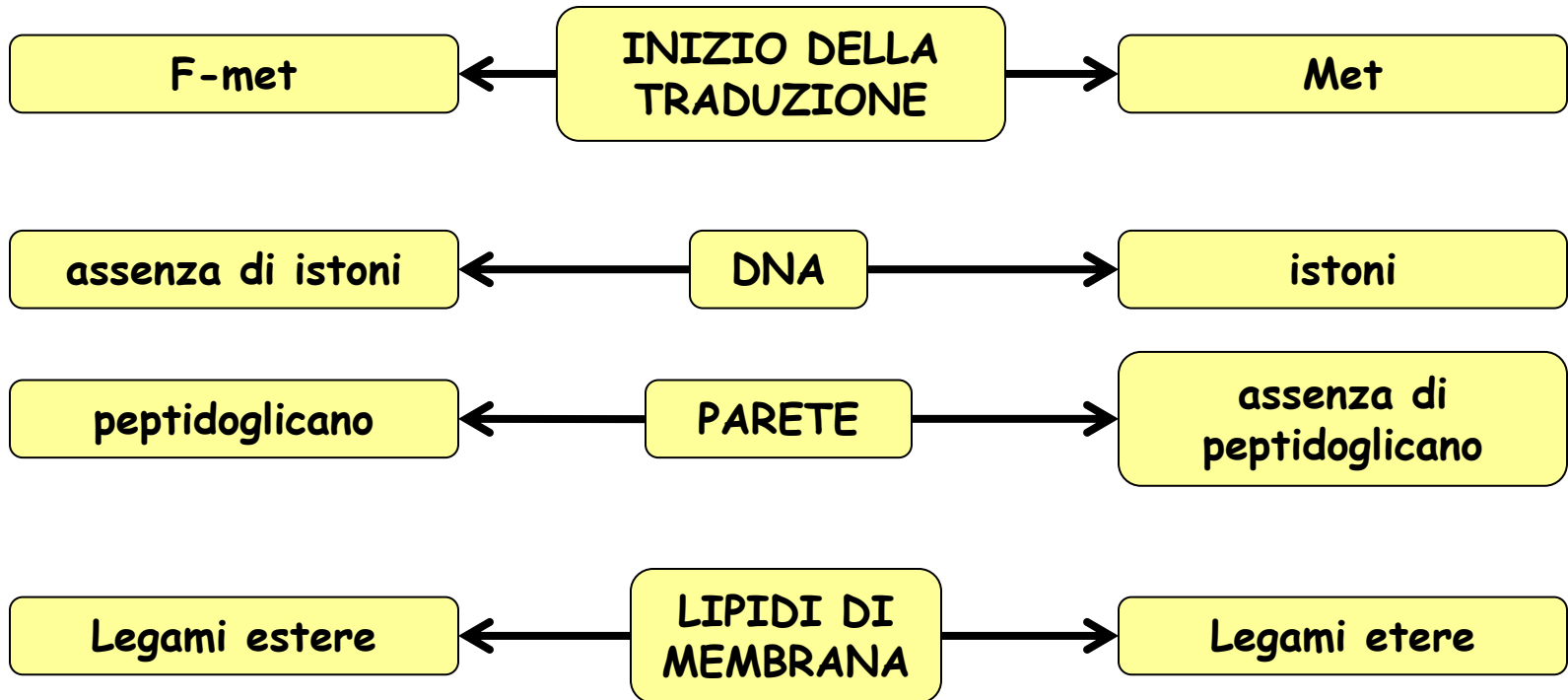
C'è il trucco....

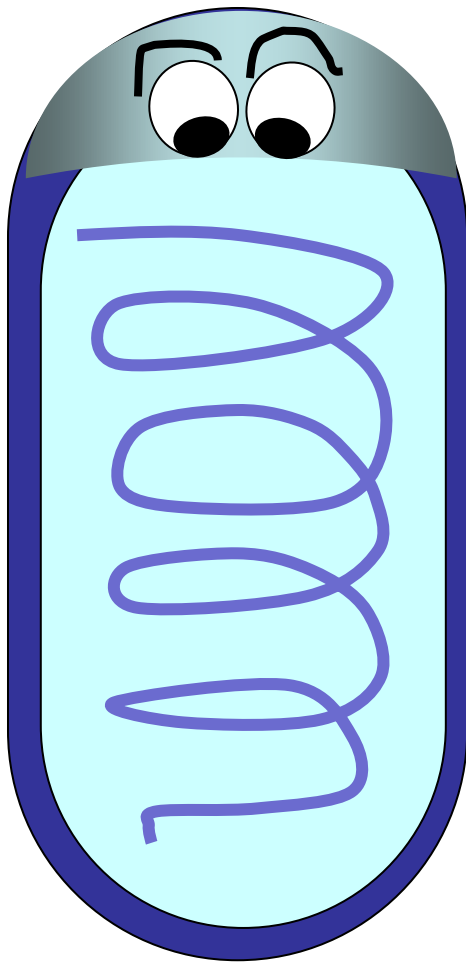


Struttura (procariotica)



Diversità strutturale: i procarioti non sono meno organizzati, sono organizzati diversamente





CITOPLASMA

MATRICE

70% = H₂O

Lipidi, Proteine, Sali

CITOSCHELETRO BATTERICO

Scoperto relativamente di recente

proteine che si assemblano in strutture filamentose in vitro e formano strutture ordinate intracellulari in vivo

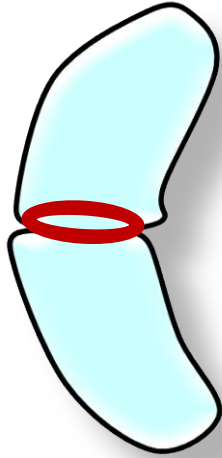
→ divisione cellulare

→ determinazione della polarità della cellula,

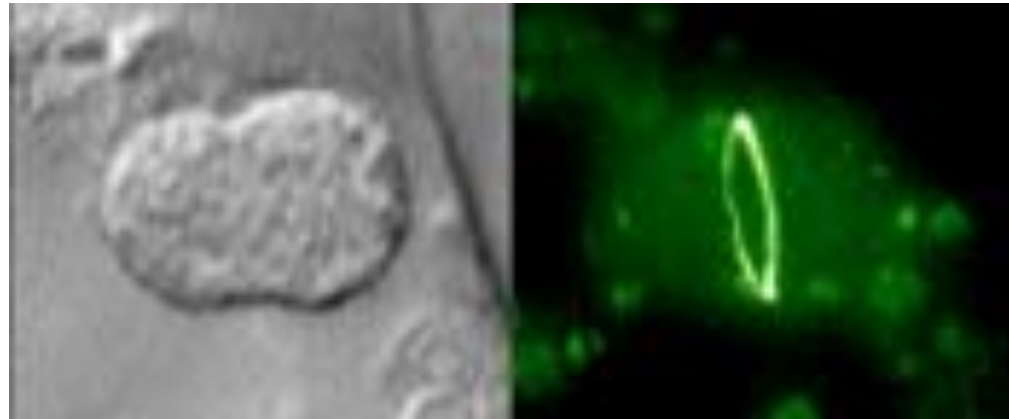
→ regolazione della forma cellulare

→ ripartizione dei plasmidi...

OMOLOGHI DELLA TUBULINA



FtsZ :formazione del setto



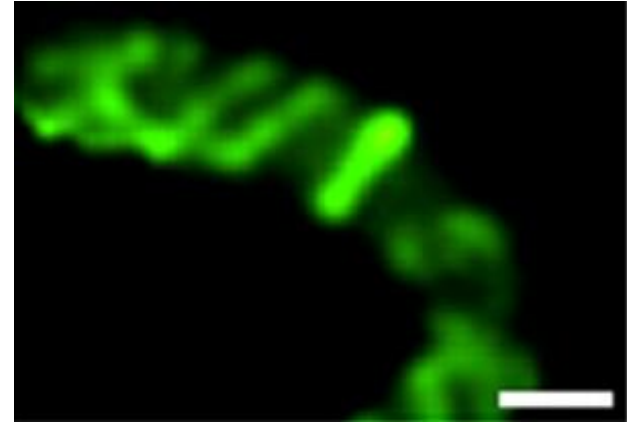
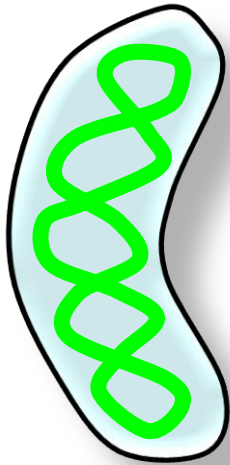
mutanti che non producono FtsZ non formano setti
di divisione e danno forme filamentose

OMOLOGHI DELL'ACTINA

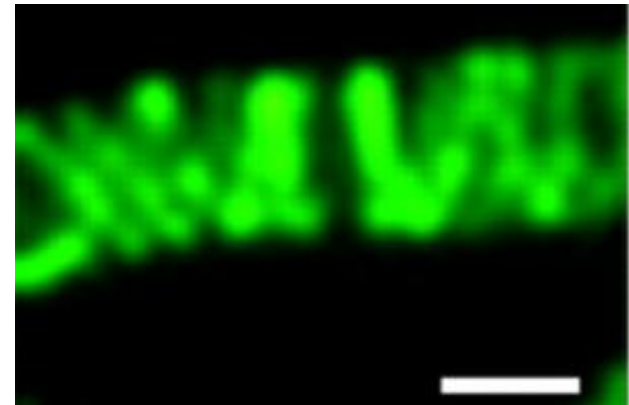
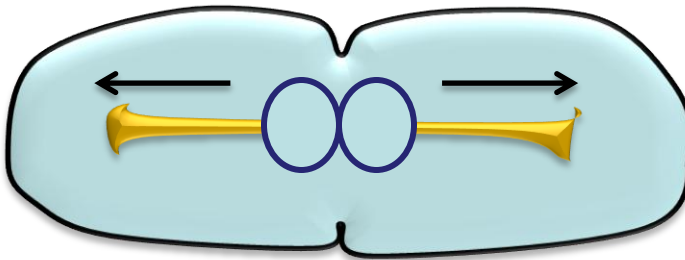
MreB

mantenimento della forma non sferica (bastoncelli e spirilli)

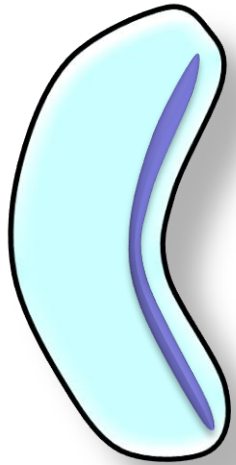
mutanti di *E. coli* che non producono MreB diventano di forma sferica



ParM : segregazione dei plasmidi



Omologo funzionale dei filamenti intermedi

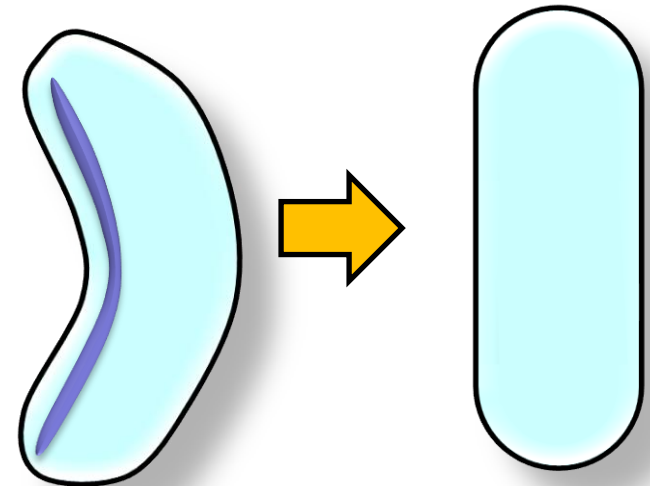


CreS: Crescentina
(*Caulobacter crescentus*)



Ha domini strutturali simili a quelli delle proteine
che costituiscono i filamenti intermedi

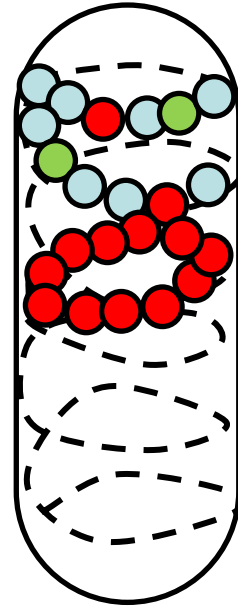
I mutanti che non la producono perdono
la tipica forma ricurva



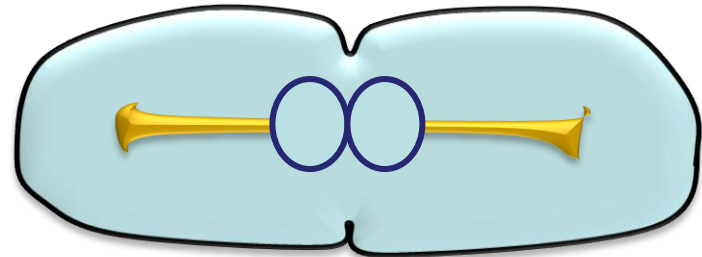
**Componenti del citoscheletro
esclusivamente procariotici**

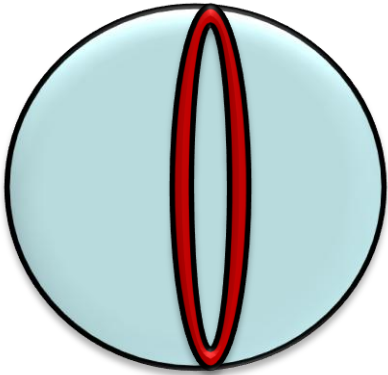
Gruppo "MinD-ParA

**Min(DCE) posizionamento del setto
Formano polimeri elicoidali**

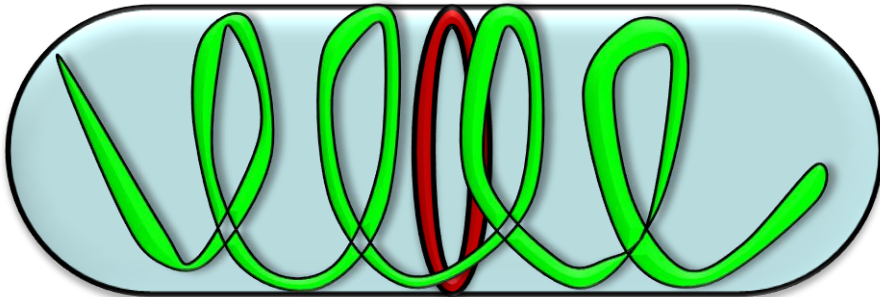


**ParA (ATPasi): posizionamento e
segregazione dei plasmidi nelle cellule figlie**

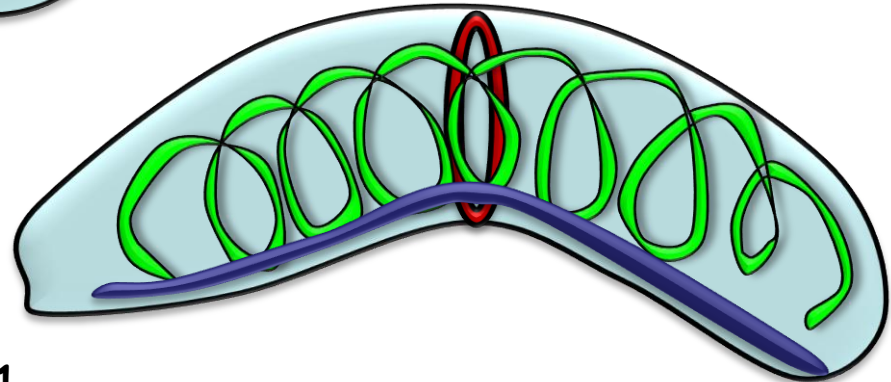




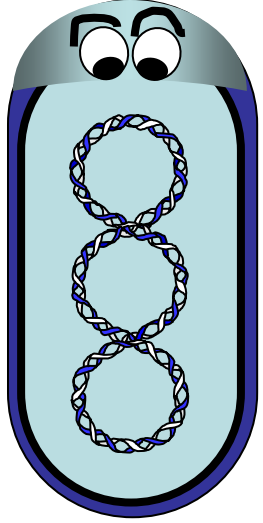
FtsZ si trova nella quasi totalità dei batteri



MreB è presente in tutti i batteri non sferici

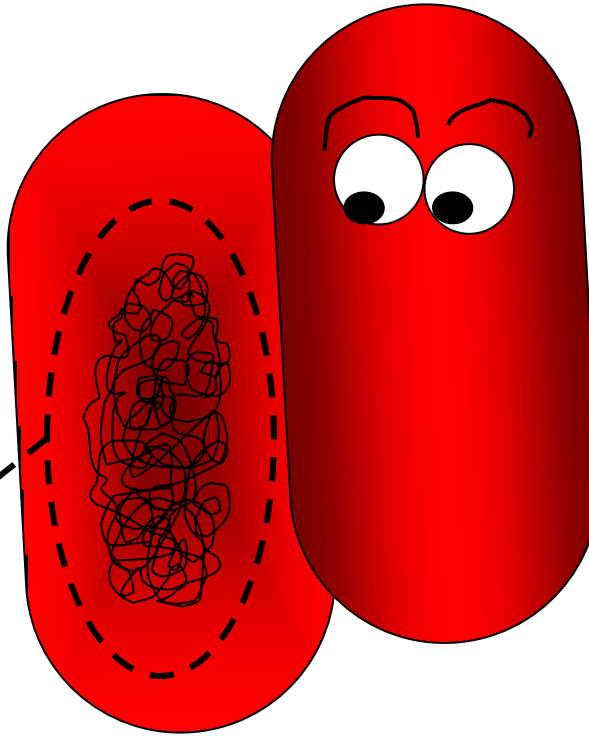


Crescentin è presente in almeno 1 batterio con morfologia "curva"

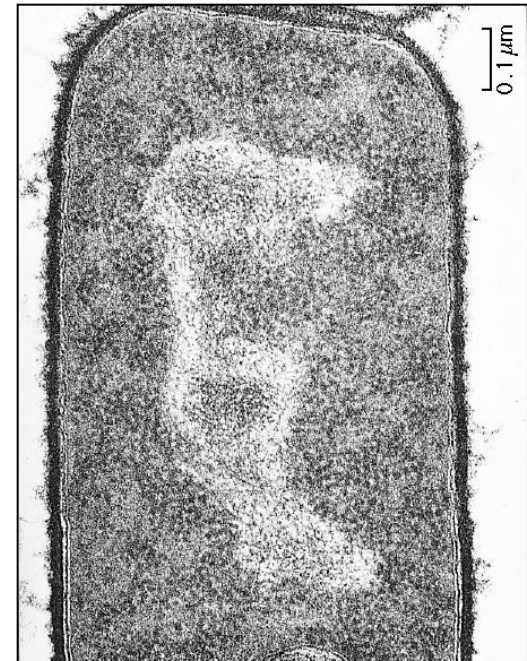


NUCLEOIDE

A differenza di quello eucariotico, il DNA procariotico è disperso nel citoplasma

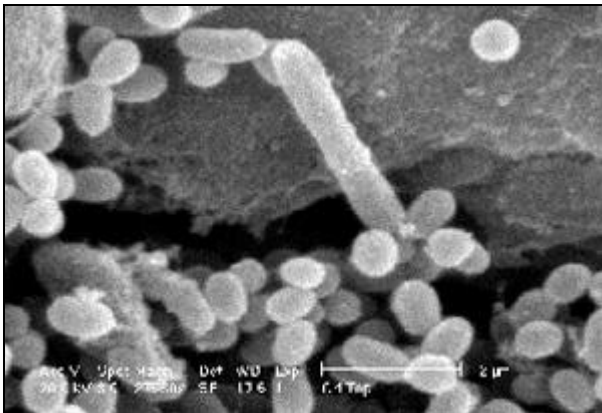


La regione in cui si addensa è il "nucleoide" o "regione nucleare"

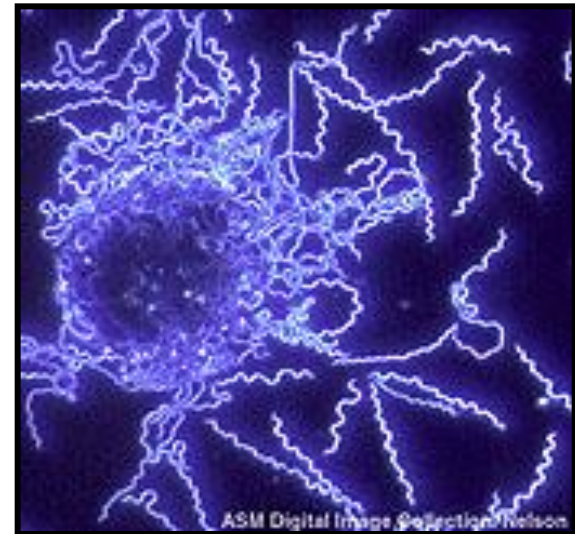


Nella maggior parte dei casi i batteri hanno un solo cromosoma circolare, ma questo non è sempre vero

Vibrio cholerae
ha due cromosomi..

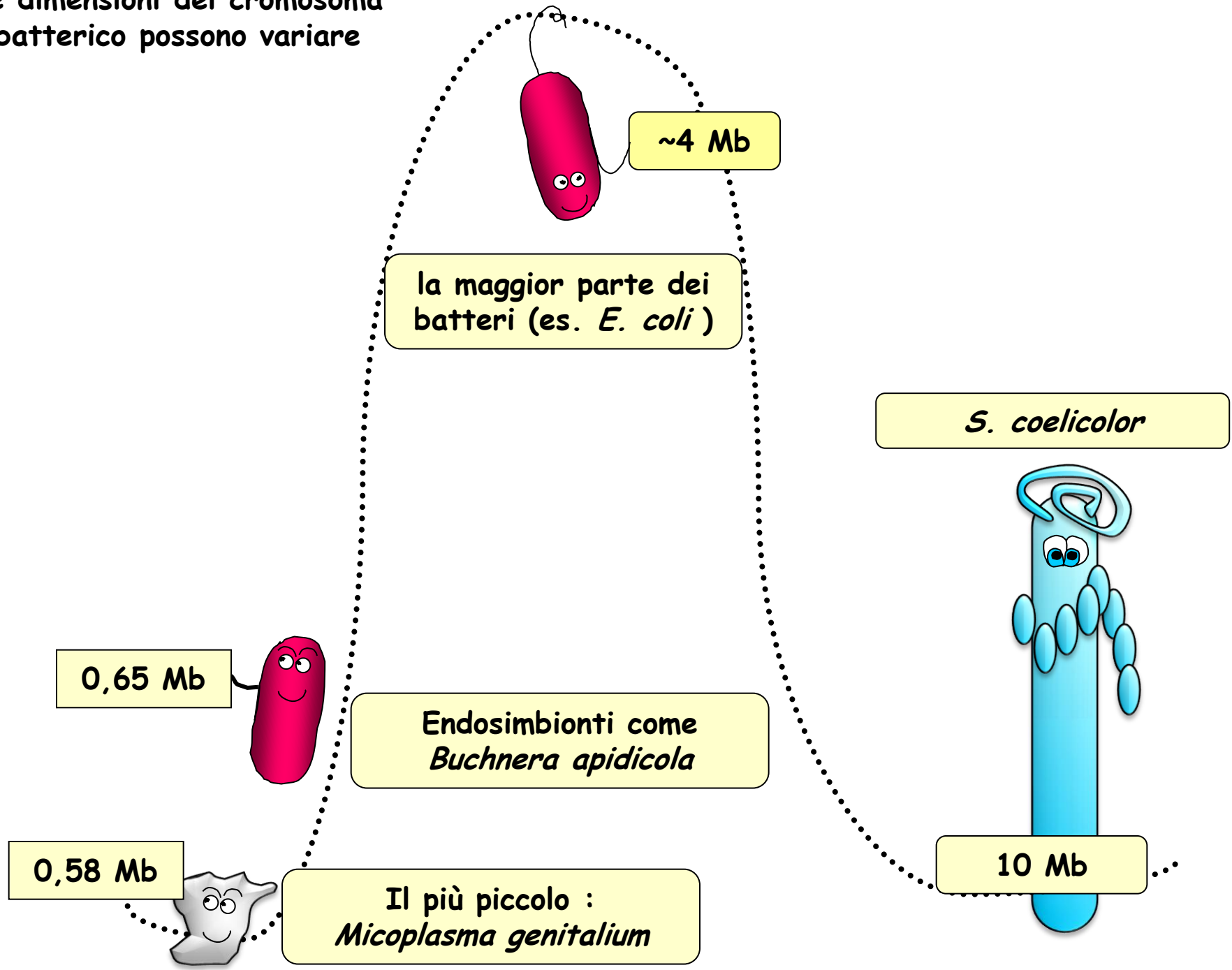


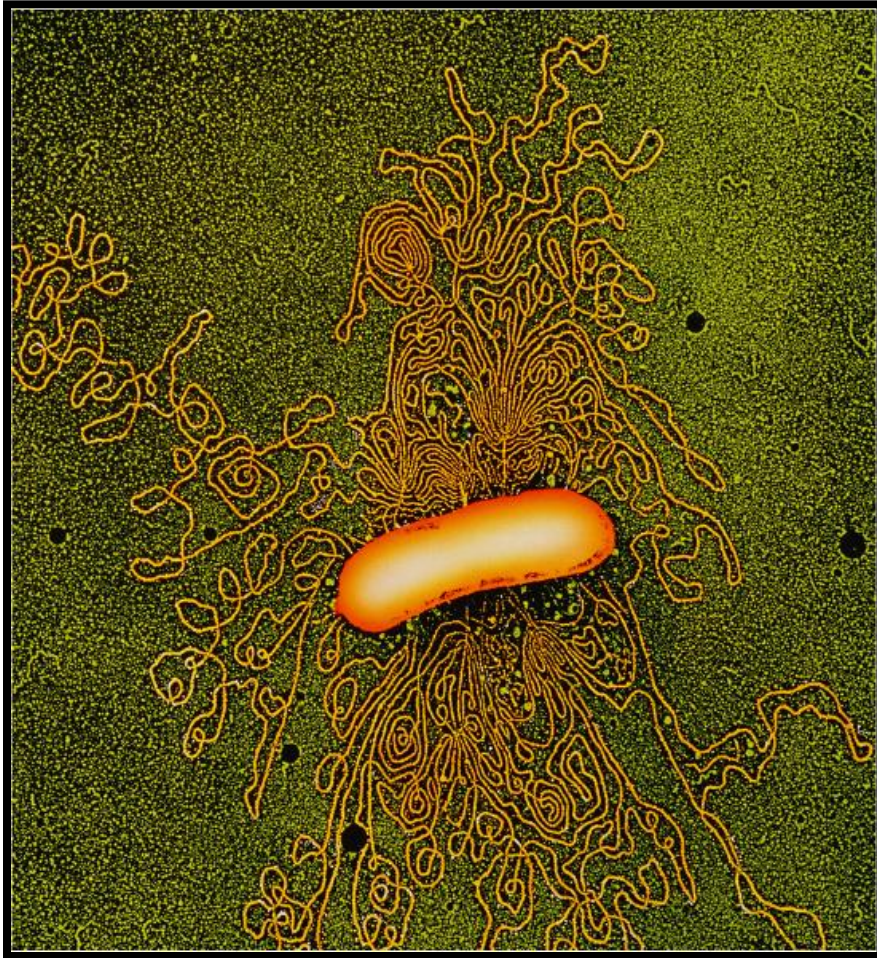
Burkholderia cepacia
Ne ha tre..



il cromosoma e i plasmidi di
Borrelia burgdorferi sono lineari

Le dimensioni del cromosoma batterico possono variare

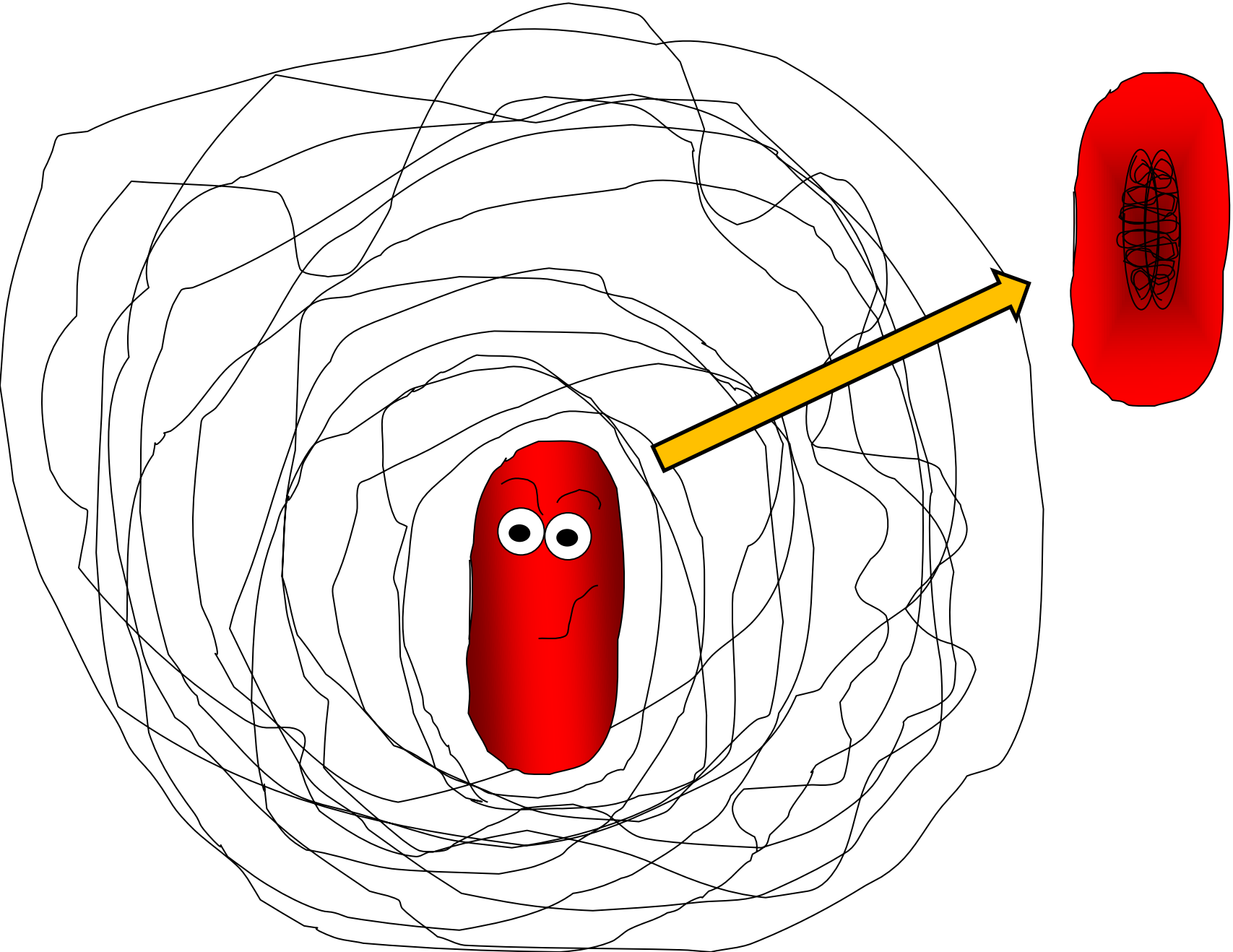




**In ogni caso, la lunghezza del
cromosoma "rilassato"
(circa 1 mm)**

**È di 500-1000 volte superiore a
quella della cellula batterica**

Nel citoplasma il cromosoma è
attorcigliato in "superavvolgimenti"



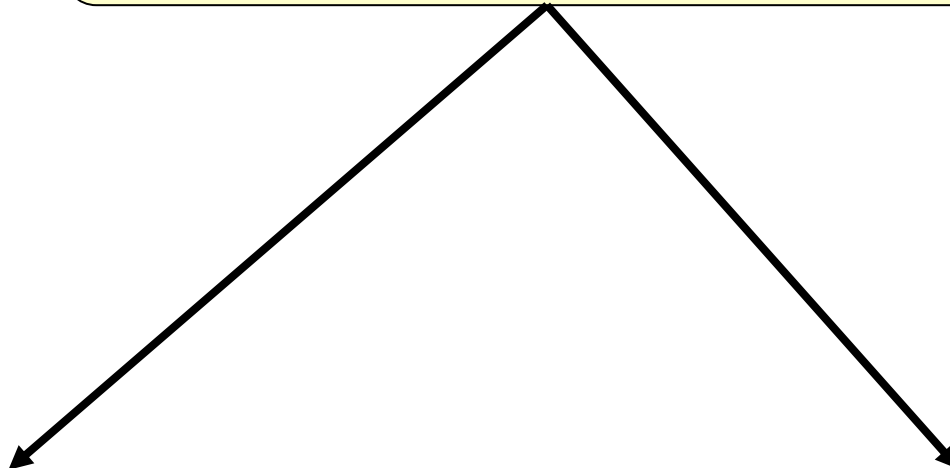
**In natura il DNA è in genere
superavvolto negativamente**

**Questo significa che è avvolto intorno al
suo asse, in direzione CONTRARIA a
quella della doppia elica destrorsa**

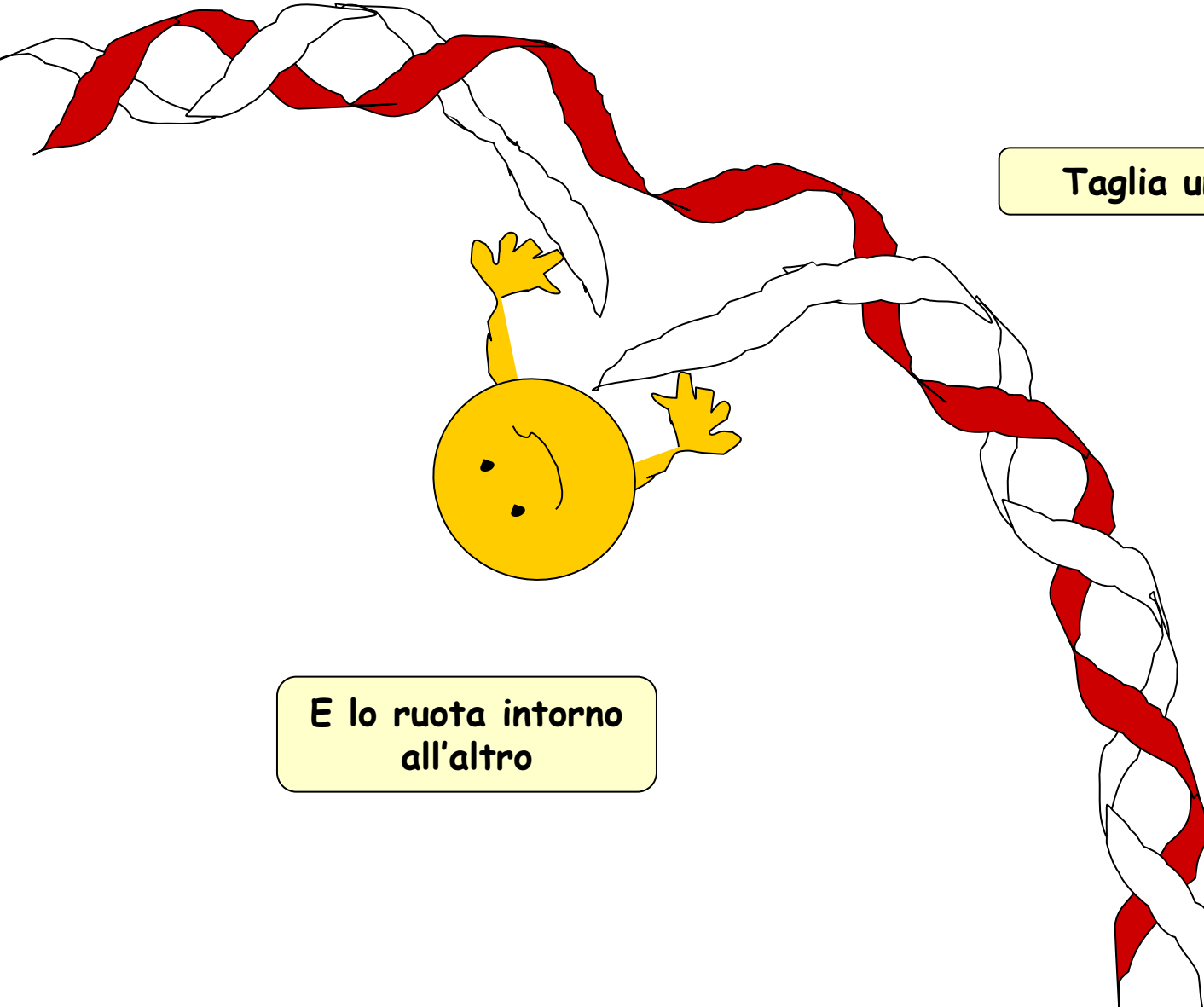
**L'introduzione o l'eliminazione dei giri di
superavvolgimento è opera delle
"topoisomerasi"**

**Topoisomerasi I
rimuovono il superavvolgimento**

**Topoisomerasi II (DNA girasi)
Introducono un giro di avvolgimento**



Topoisomerasi I ELIMINA il superavvolgimento



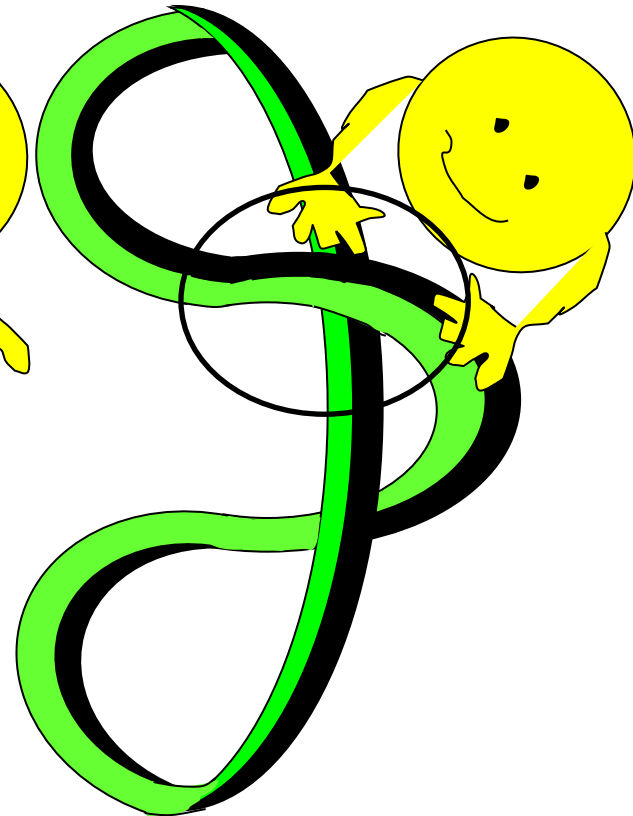
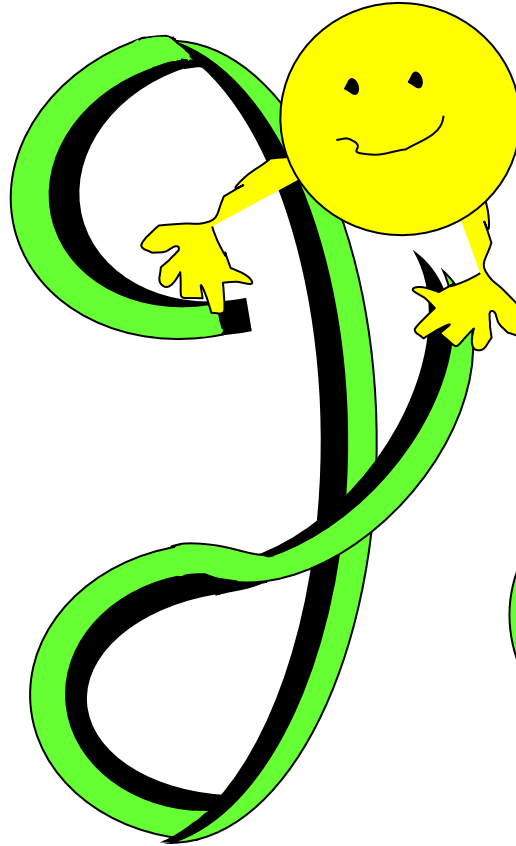
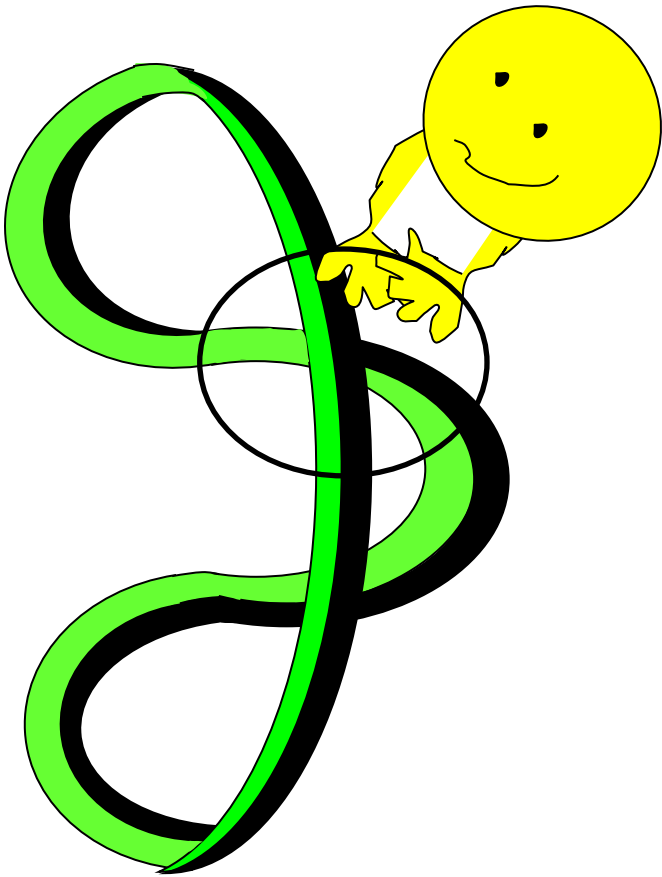
Taglia un solo filamento

**E lo ruota intorno
all'altro**

Topoisomerasi II: INTRODUCE un giro di avvolgimento

Taglia entrambe le eliche

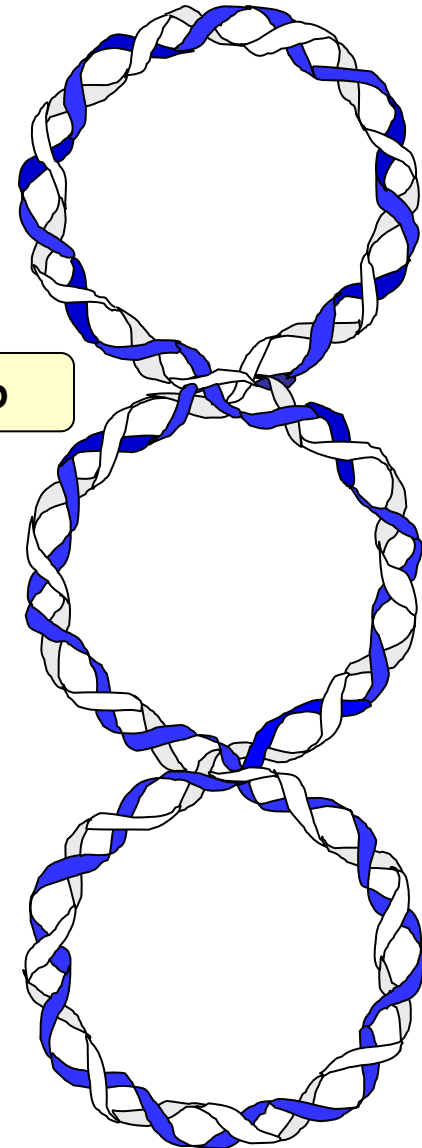
E rilega il DNA
incrociandolo



Il progressivo aumento del grado di superavvolgimento porta al formarsi di una struttura sempre più compatta

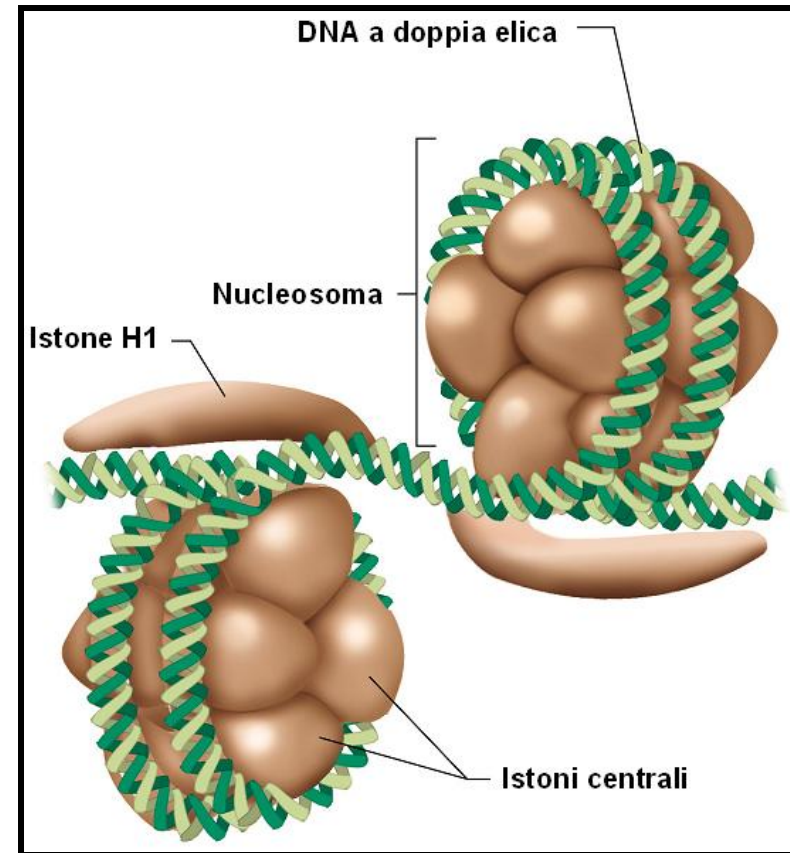


superavvolto



**Il DNA lineare
(es. cromosomi eucariotici)**

**Mantiene il superavvolgimento anche in
presenza di una rottura grazie alle proteine
che vi sono legate**

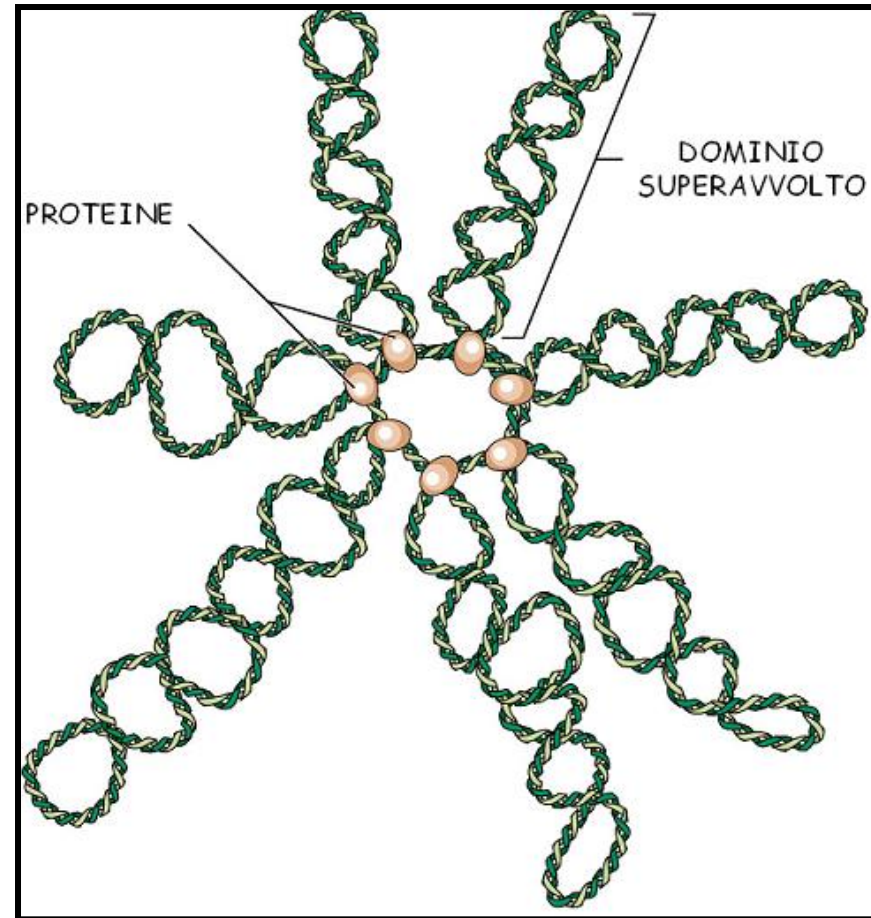
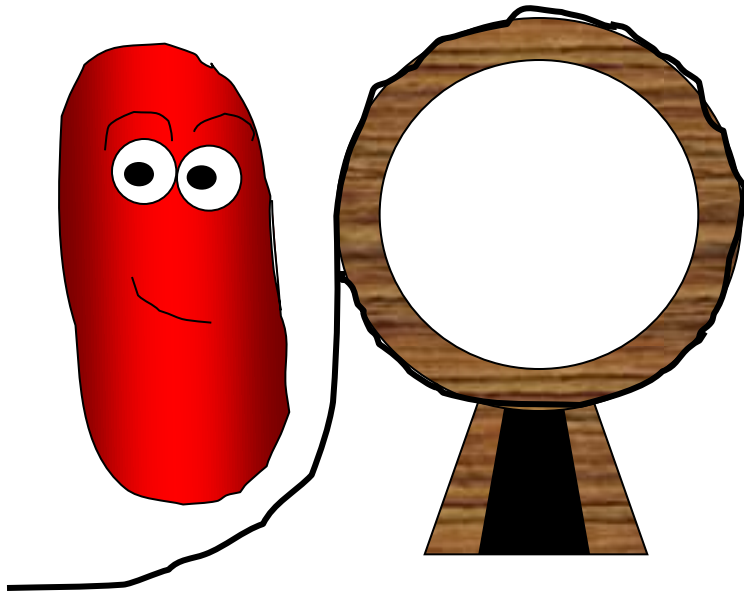


**Il cromosoma procariotico circolare potrebbe
passare allo stato rilassato ad ogni rottura**

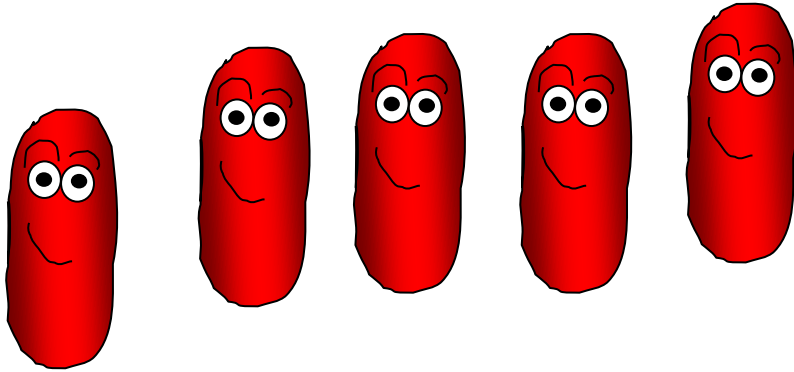
questa eventualità è prevenuta da un tipo di organizzazione

In domini di superavvolgimento isolati

Una rottura in un filamento non pregiudica lo stato degli altri

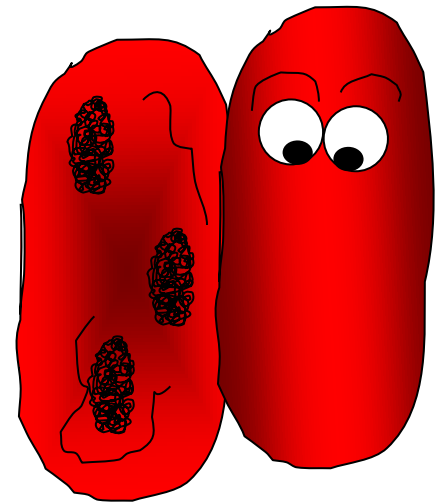


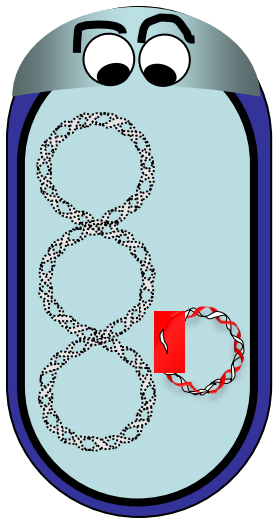
quando una cellula procariotica
si replica rapidamente



Vi si possono trovare anche
diverse copie del cromosoma e
copie incomplete

Questo dipende dal particolare modo di
replicarsi del cromosoma stesso





Oltre al nucleotide, nei batteri
possono essere presenti
PLASMIDI

Circolari, con poche eccezioni



Molecole di DNA a doppio
filamento, in grado di replicarsi
autonomamente

Alcuni (**CONIUGATIVI**) possono promuovere il
proprio trasferimento da una cellula all'altra

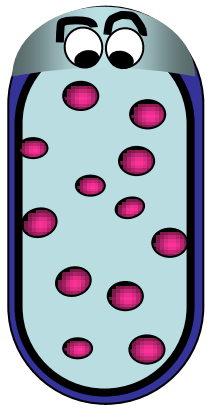
I geni presenti sui plasmidi conferiscono nuove
proprietà ai loro ospiti

METABOLICHE

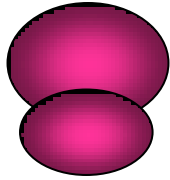
BATTERIOCINE

DI
RESISTENZA

DI
VIRULENZA



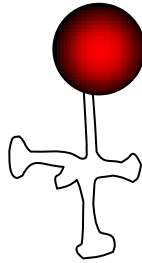
il citoplasma è molto ricco di RNA



rRNA

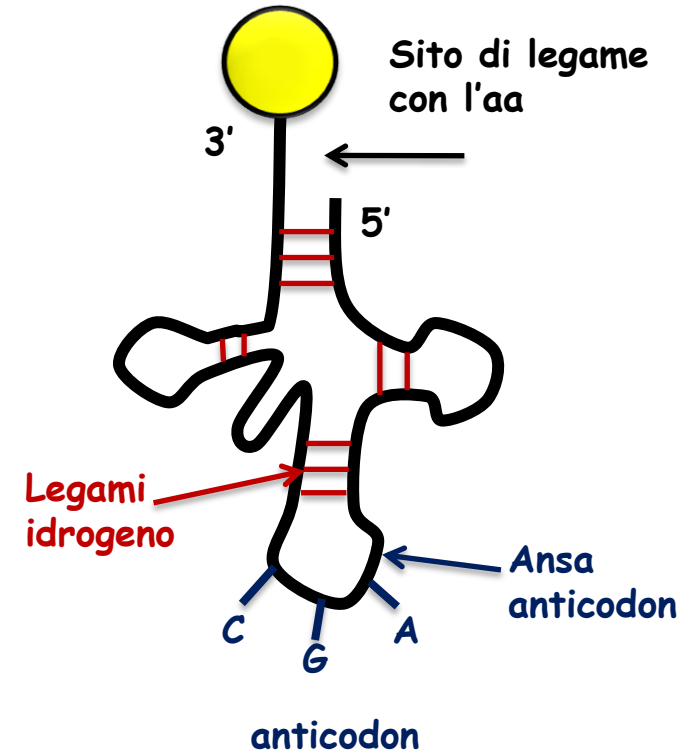


mRNA,

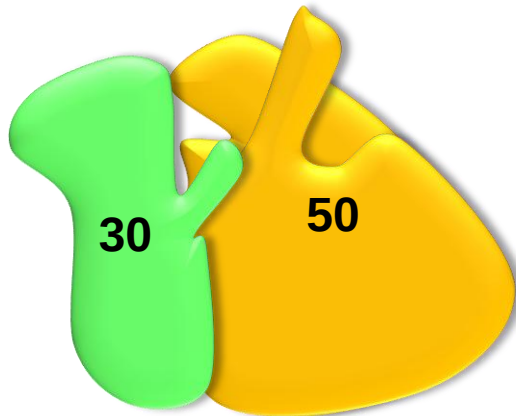


tRNA

le specie di RNA sono le stesse che si trovano negli eucarioti



i ribosomi batterici misurano circa 15x20 nm e sono formati da due subunita'



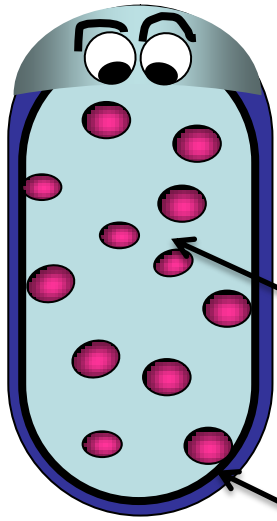
50S = 34 proteine
due molecole di RNA 23S e 5S

30S = 21 proteine
una molecola di RNA 16S

S= Svedberg (costante di sedimentazione)

70s

il numero di ribosomi è particolarmente elevato: in una cellula in crescita attiva l'RNA ribosomale può raggiungere il 15% della massa cellulare



Sintesi delle proteine
citoplasmatiche

si trovano dispersi nella matrice
citoplasmatica

Sintesi delle proteine
destinate alla secrezione

o adesi alla membrana

mRNA: nei procarioti contiene le "istruzioni" per la sintesi
di **uno** ma anche **diversi** polipeptidi

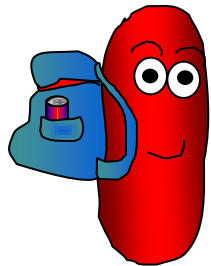
MONOCISTRONICO

POLICISTRONICO

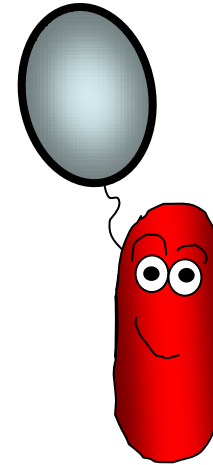
Oltre alle regioni non tradotte al 5' e al 3' nei messaggeri
policistronici possono esserci intervalli tra le ORF

nel citoplasma di alcuni procarioti possono
essere presenti anche altre strutture

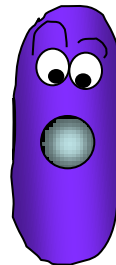
INCLUSIONI DI
MATERIALI DI RISERVA



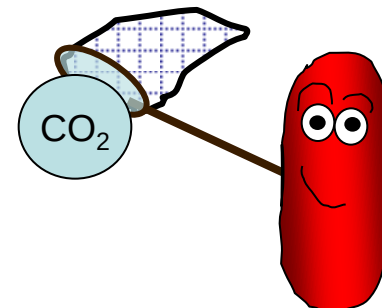
VESCICOLE
GASSOSE



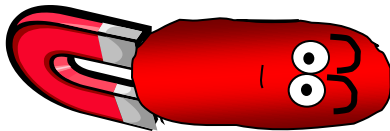
ENDOSPORE



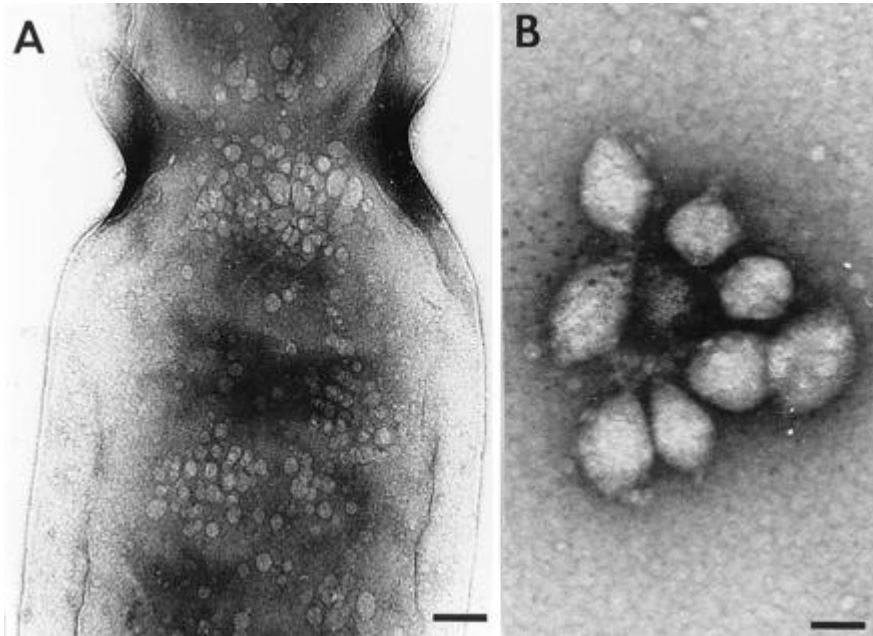
CARBOSSISOMI



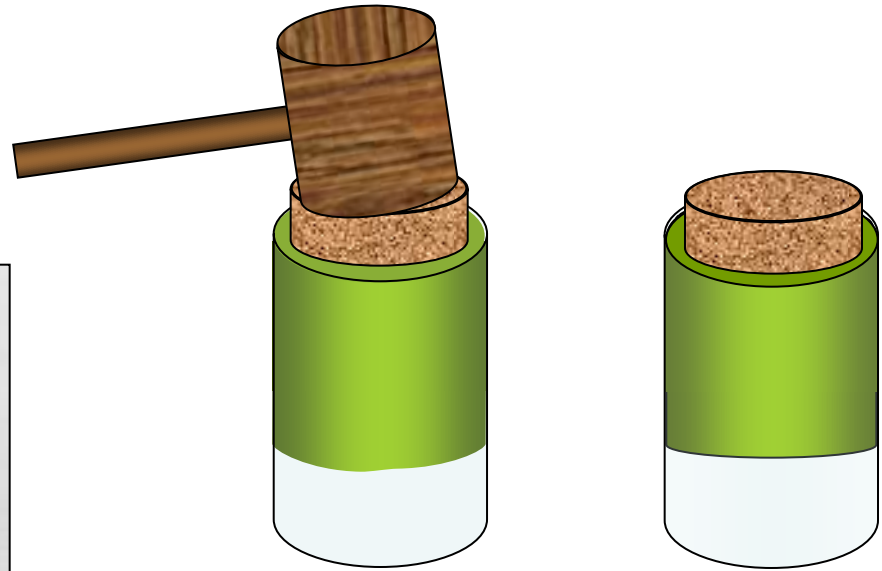
MAGNETOSOMI



Le vescicole gassose



Permettono ai batteri che le possiedono di galleggiare :
sono impermeabili all'acqua e permeabili ai gas

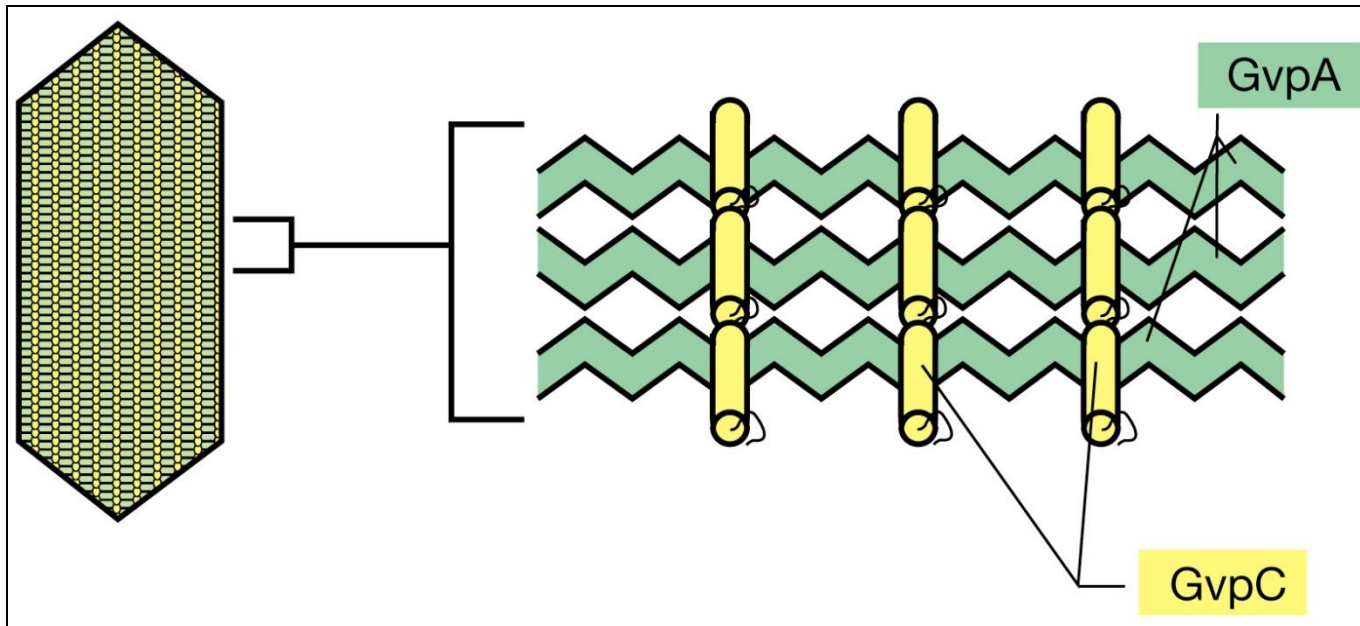


**Due bottiglie completamente
riempite di una sospensione di
cianobatteri, che galleggiano**

**Colpendo il tappo con un
martello, le vescicole
collassano e rilasciano il gas**

le cellule batteriche affondano

La membrana delle vescicole è rigida e formata da due proteine: GvpA e GvpC



GvpA è un foglietto beta rigido che forma l'ossatura;
GvpC (α -elica) forma nastri che legano l'ossatura

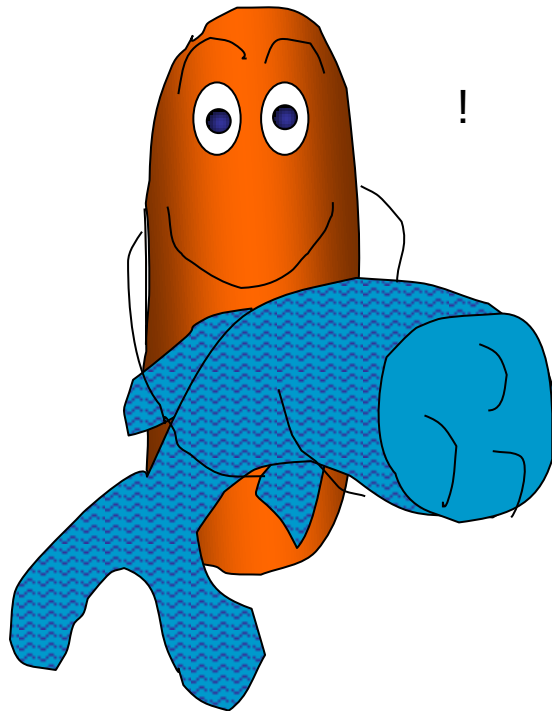
La presenza delle vescicole diminuisce la densità della cellula e ne favorisce il galleggiamento



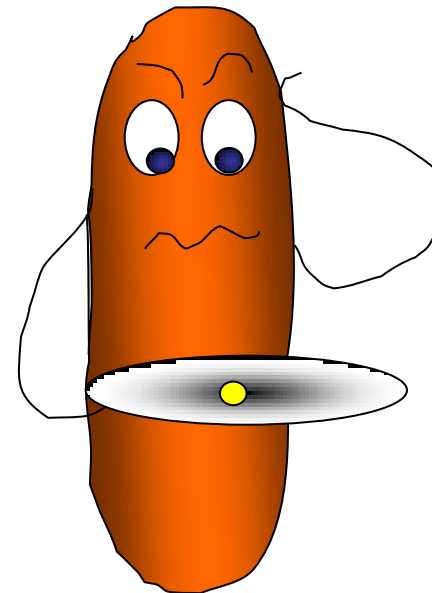
Il rapporto percentuale tra le vescicole e il contenuto citoplasmatico determina il grado di galleggiabilità e la posizione delle cellule batteriche

Alcuni batteri (es. Cianobatteri) possono modificare la propria posizione collassando le vescicole o producendo una maggior quantità di polimeri densi

SOSTANZE DI RISERVA



! *#



nell'esistenza dei microrganismi
abbondanza e carestia si alternano continuamente

l'accumulo di sostanze di riserva è un fenomeno molto diffuso

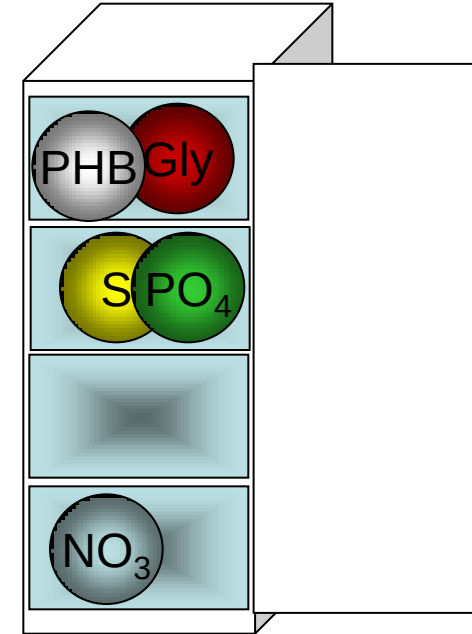
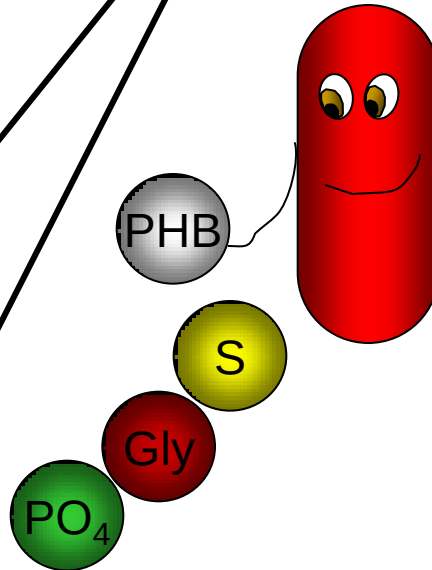
Alcune sono molto comuni

Glicogeno

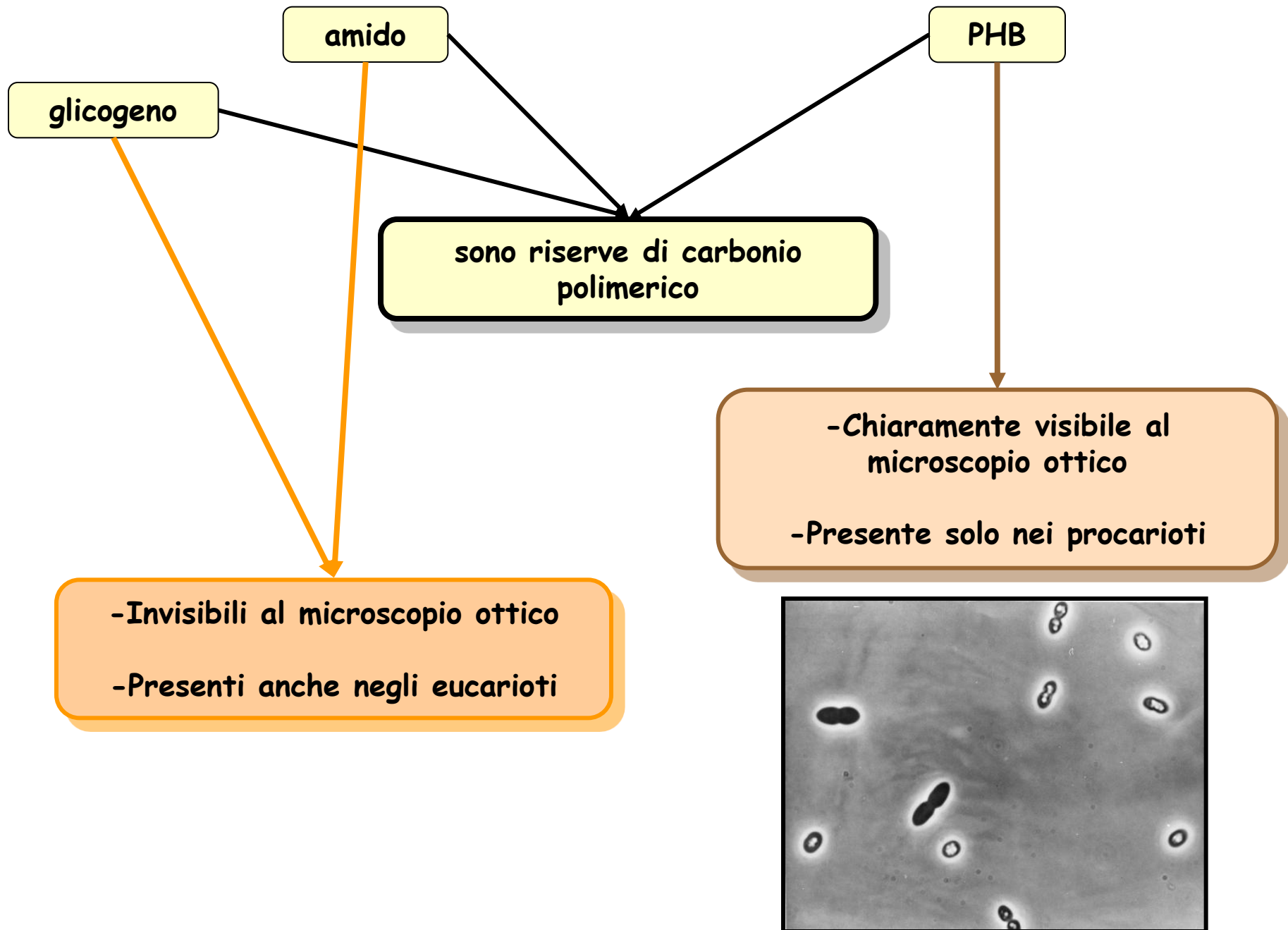
amido

**poli- β -
idrossibutirrato
(PHB)**

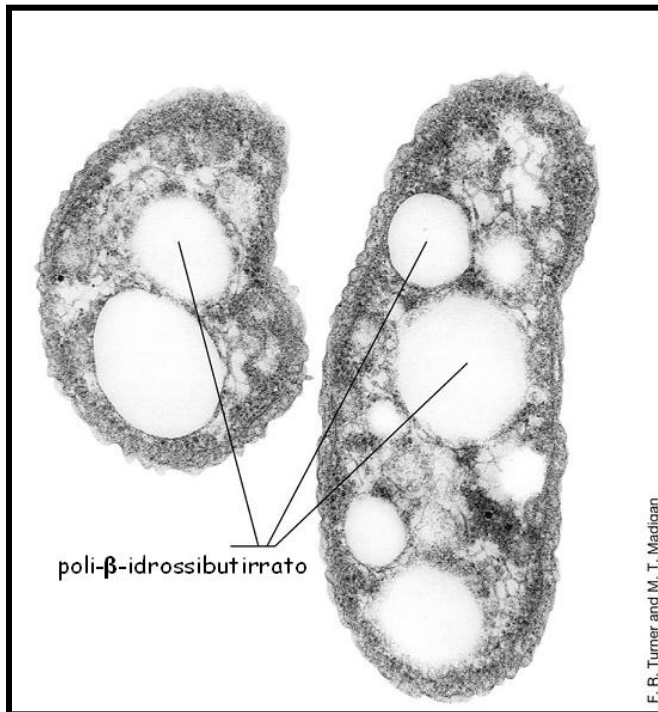
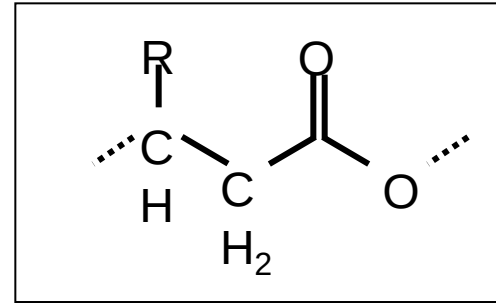
polifosfati



Altre presenti solo in alcune specie e correlate con metabolismi particolari (zolfo, nitrati)

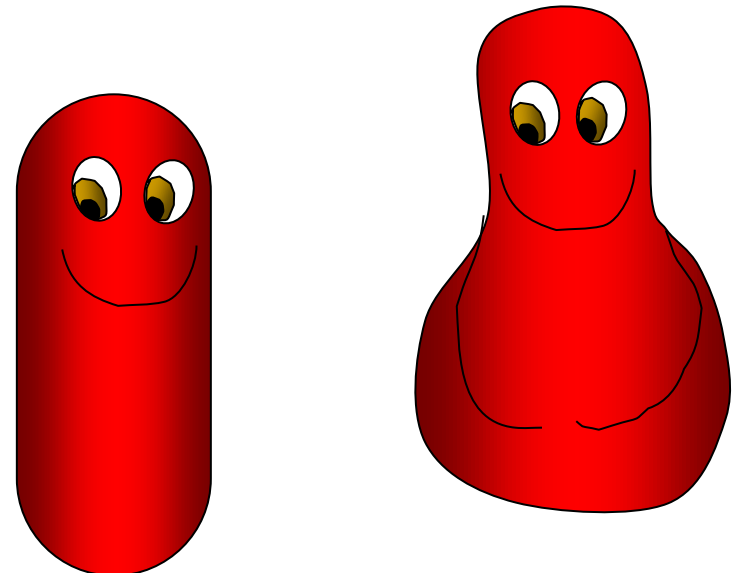


il poli- β -idrossibutirrato



E' un composto lipidico della classe dei poli- β -idrossi-alcanoati (PHA)

Le sue inclusioni sono circondate da un monostrato di fosfolipidi



CIANOFICINA



Unico accumulo di azoto
biologico che si conosca

Polimero di acido
aspartico

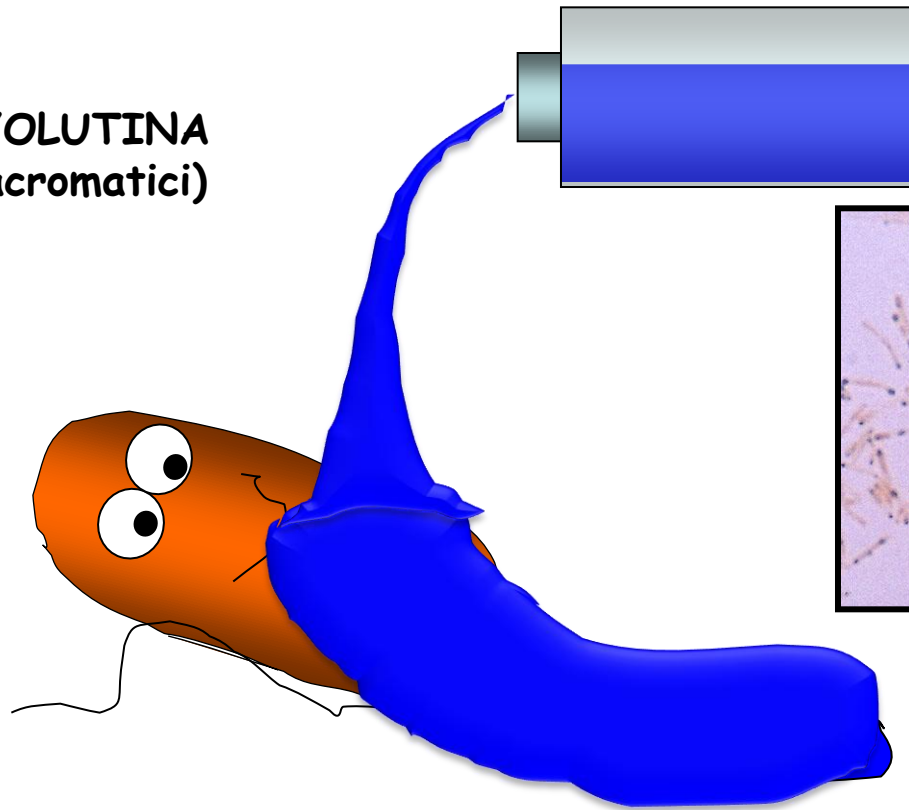
In cui a ogni residuo ASP è
legato un residuo di arginina



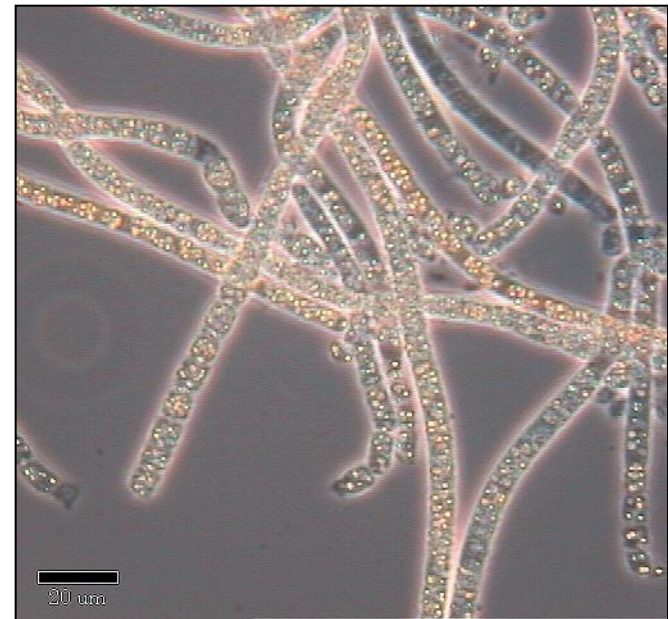
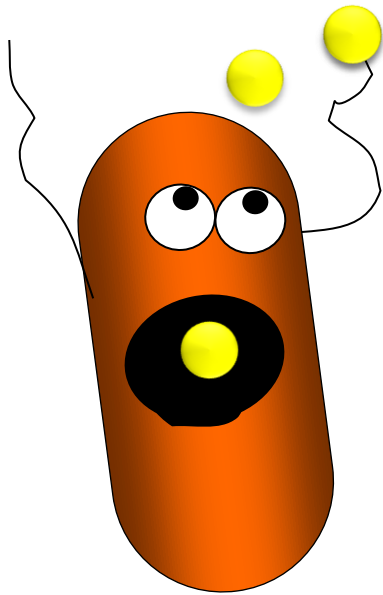
Molecole lineari di polimeri
di unità fosfato



Formano la VOLUTINA
(granuli metacromatici)

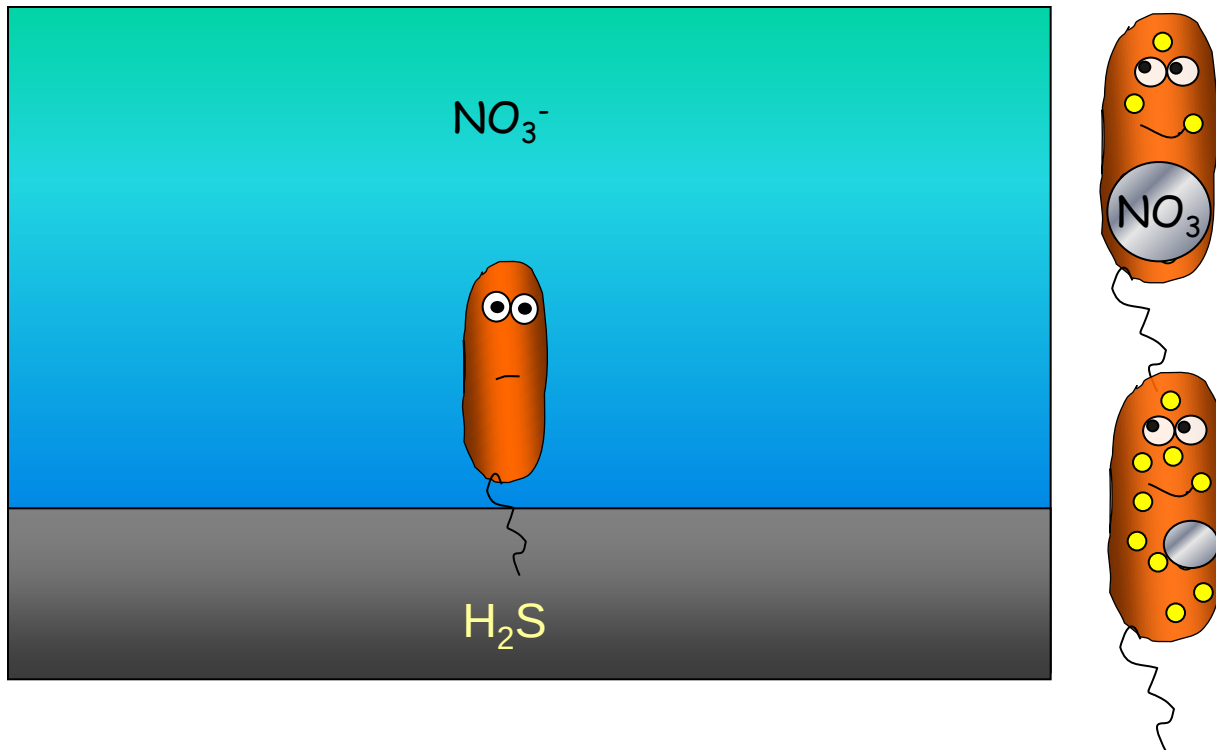


I batteri che ossidano lo zolfo lo immagazzinano spesso nel citoplasma



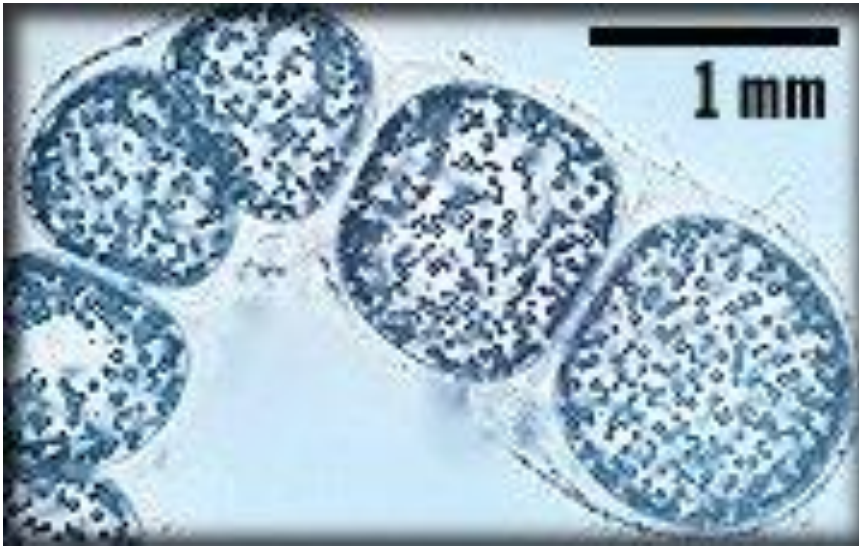
Alcuni batteri (*Thioploca*, *Thiomargarita*)
ossidano lo zolfo usando NO_3^- al posto dell'ossigeno

Ma H_2S e NO_3^- non coesistono nell'ambiente

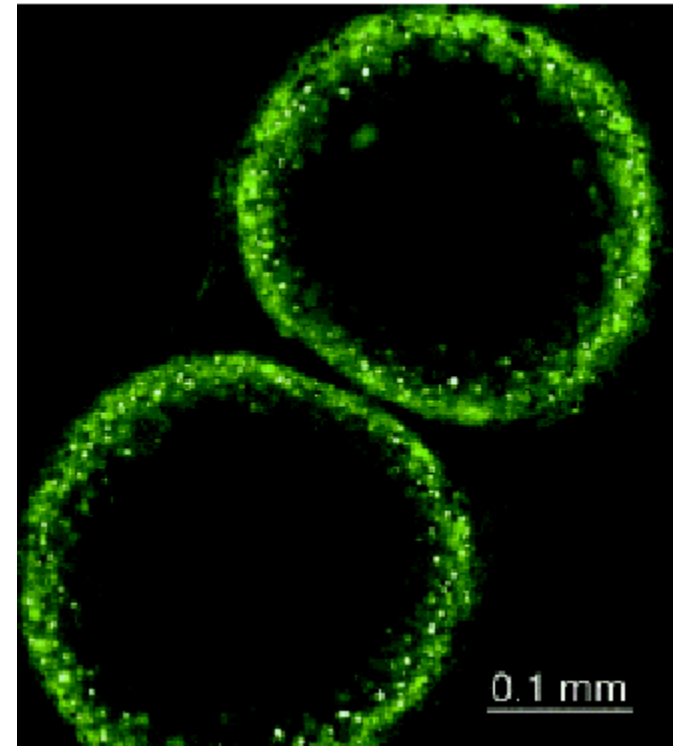


Immagazzinano NO_3^- in un vacuolo
utilizzando lo zolfo di riserva

Immagazzinano S^0 nel citoplasma
utilizzando il nitrato di riserva



• *Thiomargarita*: cellule in divisione



microscopio confocale: il citoplasma (verde) è marginale e contiene granuli di zolfo (bianco). La zona nera al centro è il vacuolo di nitrato

I magnetosomi

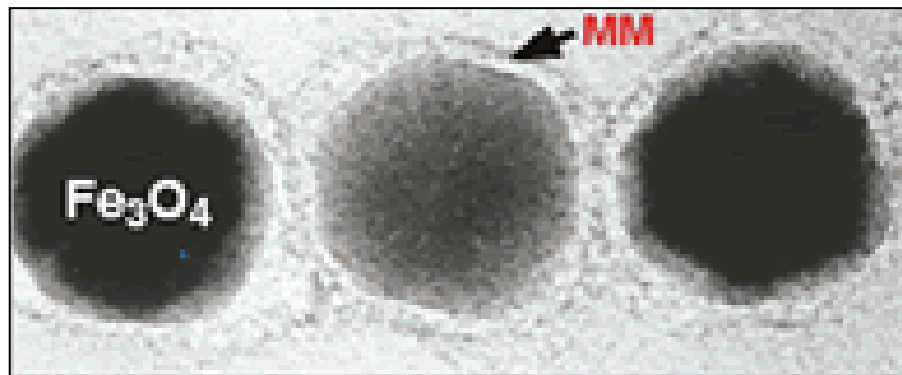
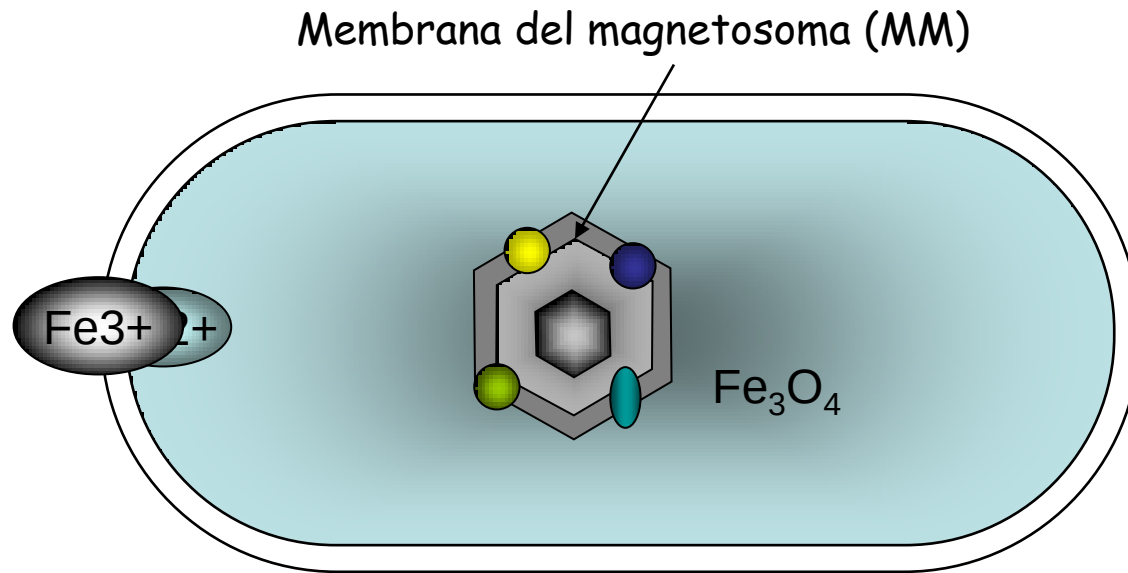
Sono particelle che permettono ai magnetobatteri di orientarsi lungo il campo magnetico terrestre



Il loro numero e la loro disposizione variano da specie a specie

La disposizione è mantenuta da proteine del citoscheletro simili all'actina

formazione del magnetosoma

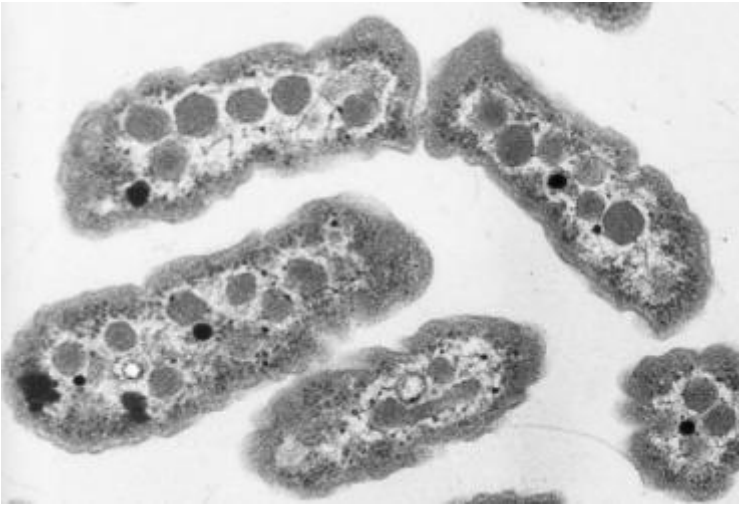


CARBOSSISOMI

inclusioni proteiche

presenti in alcuni batteri che
fissano CO_2

Aggregati cristallini dell'enzima RuBiSco
(ribulosio 1,5-difosfato carbossilasi)



ENTEROSOMI

analoghi dei carbossisomi

presenti solo in batteri che
NON fissano la CO_2

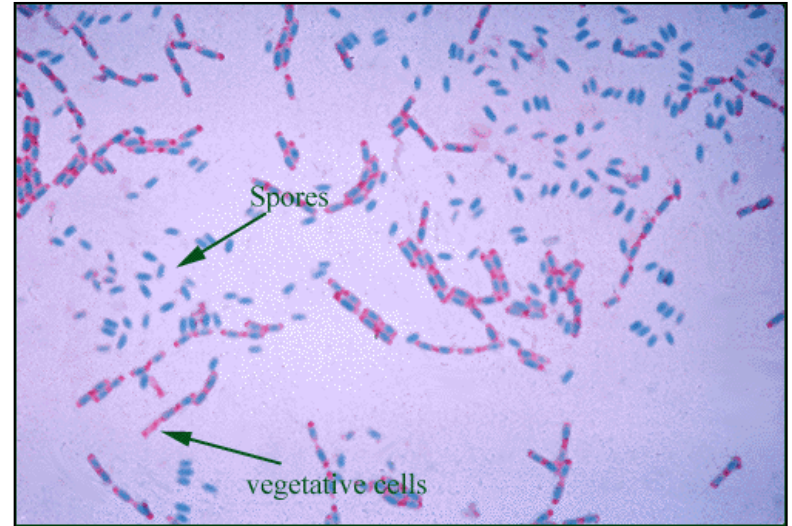
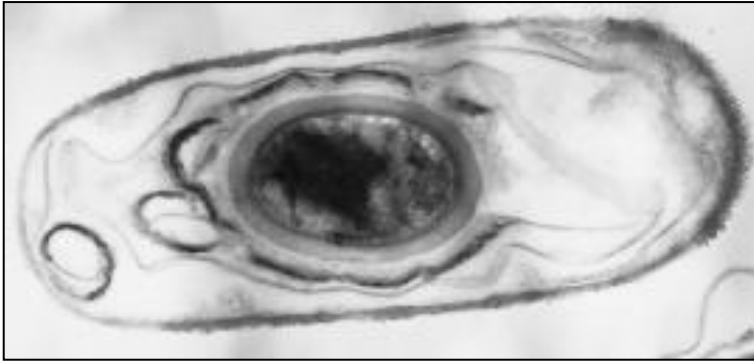
aggregati cristallini di enzimi per l'utilizzo di
etanolamina e propanediolo

più piccoli e irregolari dei carbossisomi

la loro presenza è legata a quella del
substrato



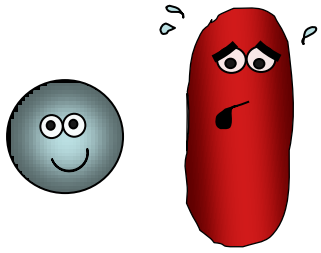
ENDOSPORE (spore dentro le cellule)



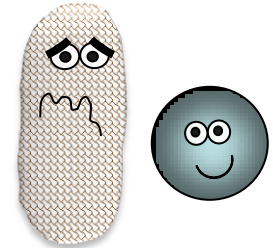
Le endospore sono frutto di una divisione cellulare ineguale

permettono ad alcune specie di sopravvivere anche molto a lungo in situazioni critiche

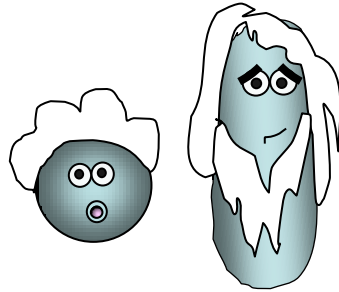
Non hanno una funzione replicativa ma di sola
resistenza nei confronti di:



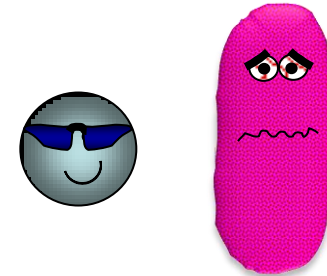
CALORE



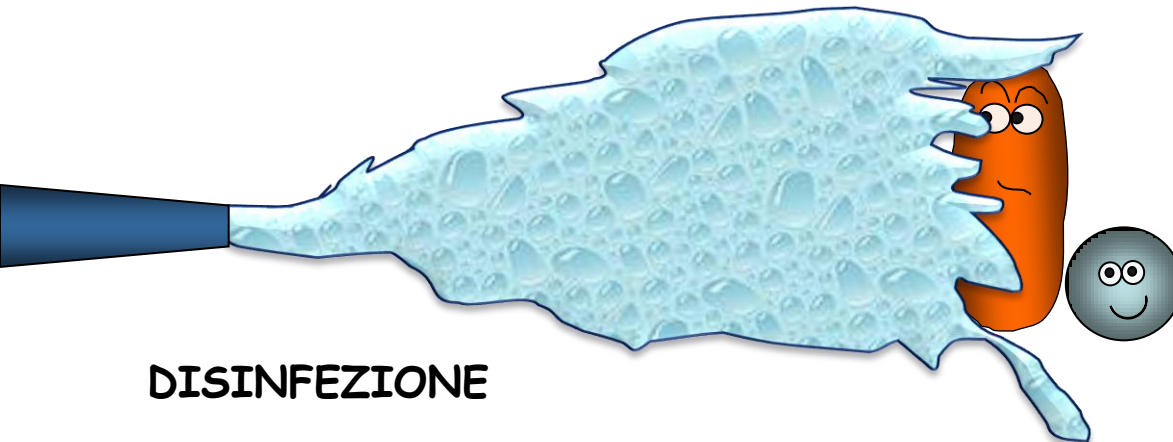
ESSICCAMENTO



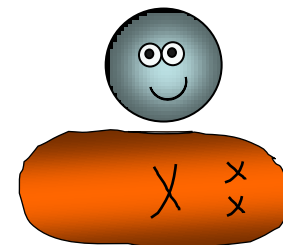
INVECCHIAMENTO



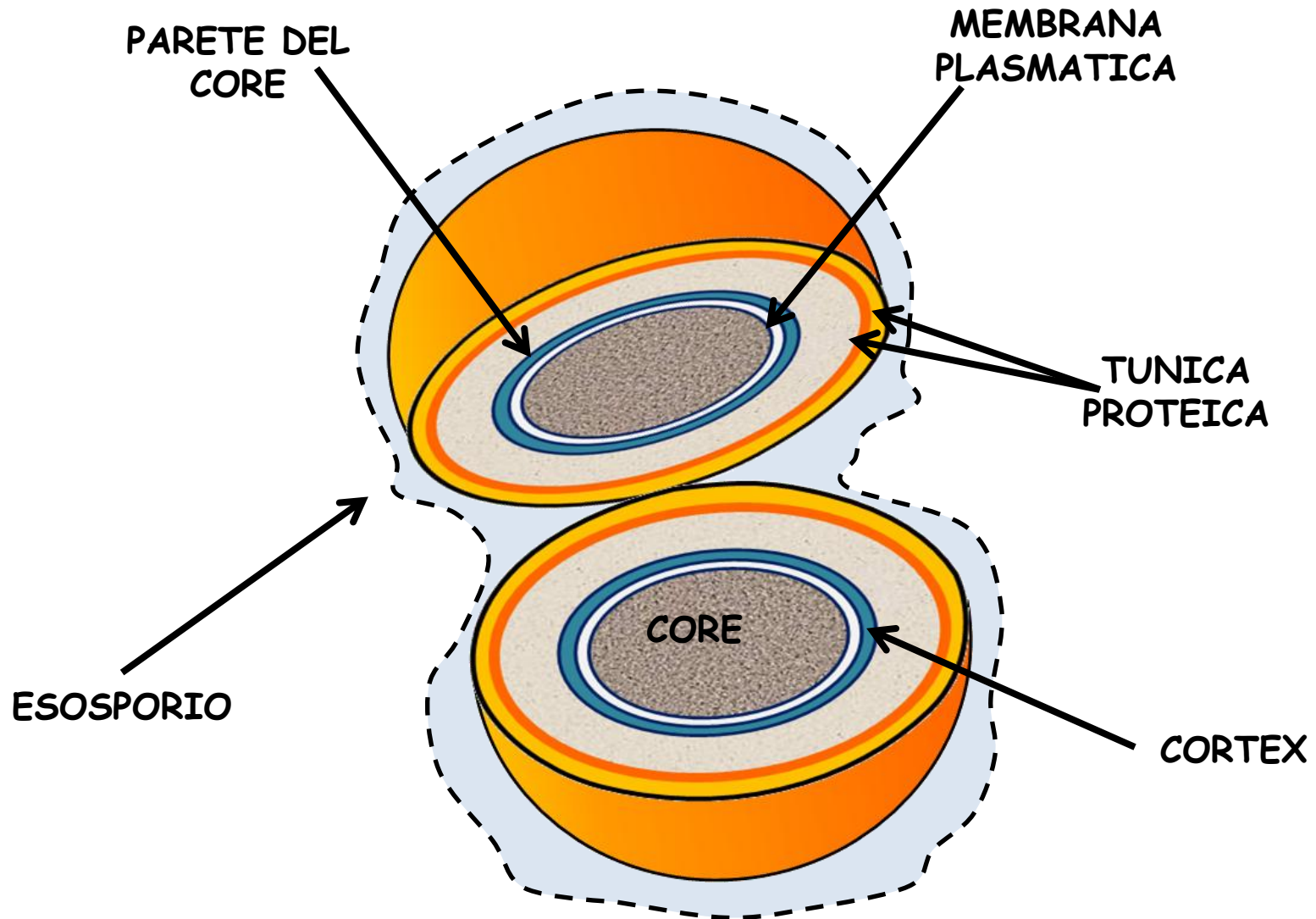
RAGGI UV



DISINFEZIONE



Le endospore hanno una struttura
caratteristica degli involucri esterni



Le endospore sono molto rifrangenti e chiaramente visibili al microscopio ottico



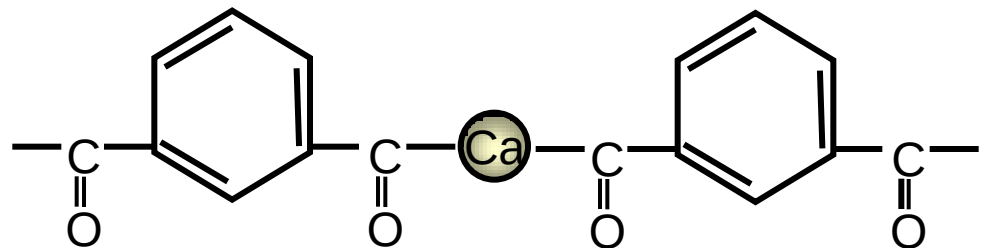
La rifrangenza è dovuta al basso contenuto di acqua (10-30% di quello di una cellula vegetativa)

Oltre alla maggiore densità, il core sporale

Contiene SASP
(Small Acid Soluble, spore specific Proteins)
Che legano e proteggono il DNA

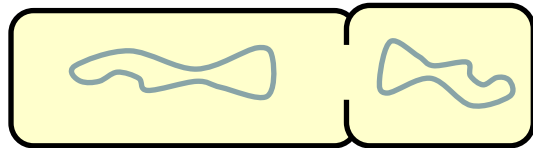
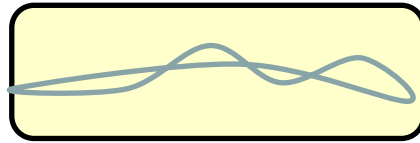
Ha un pH minore
(1 unità) del normale

Contiene acido dipicolinico
chelato con ioni Ca^{2+}
(termoresistenza)

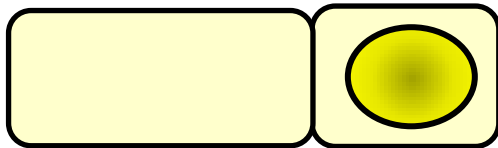


Il processo di sporulazione

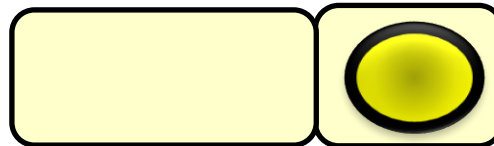
Si innesca in condizioni di carenza di nutrienti o altri tipi di stress ambientali o in colture molto affollate



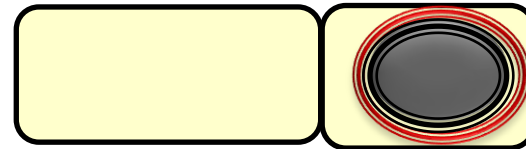
II-Divisione asimmetrica



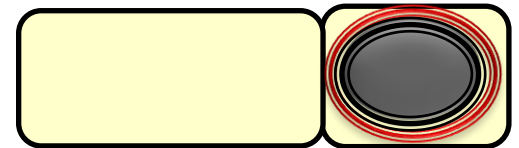
III- Protoplasto prespora



IV- Parete e cortex



VI- maturazione



V- tuniche

VII- rilascio