

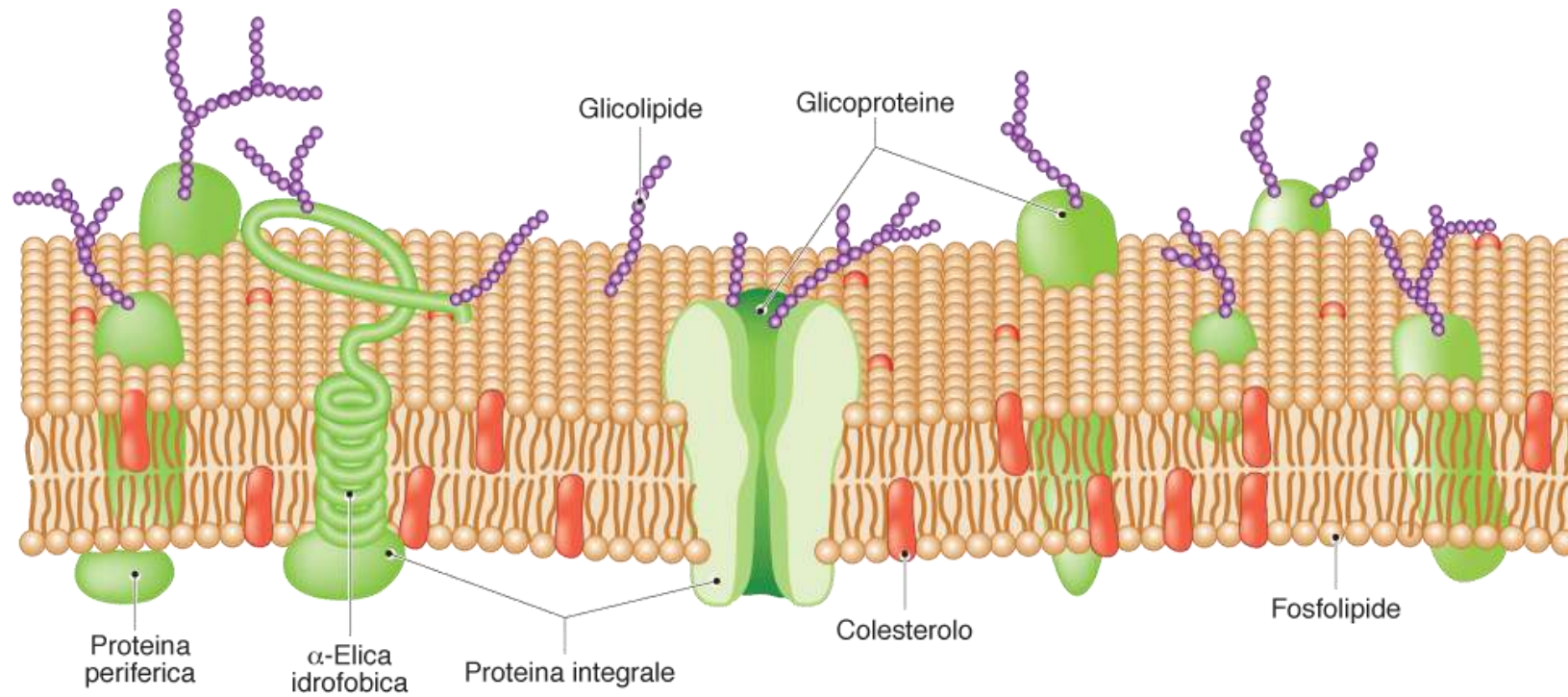
DIFFUSIONE DEL MATERIALE DIDATTICO

Queste immagini sono fornite agli studenti che hanno frequentato il corso di “Biologia Fisiologia Anatomia” tenuto dalla Prof.ssa Giovanna Pontarin nel Corso di Laurea triennale in Ingegneria Biomedica dell’Università di Padova nell’anno accademico 2024-2025.

Nel rispetto dei diritti di proprietà, non ne è consentito l’uso per altri scopi o la diffusione su Internet o ad altre persone.

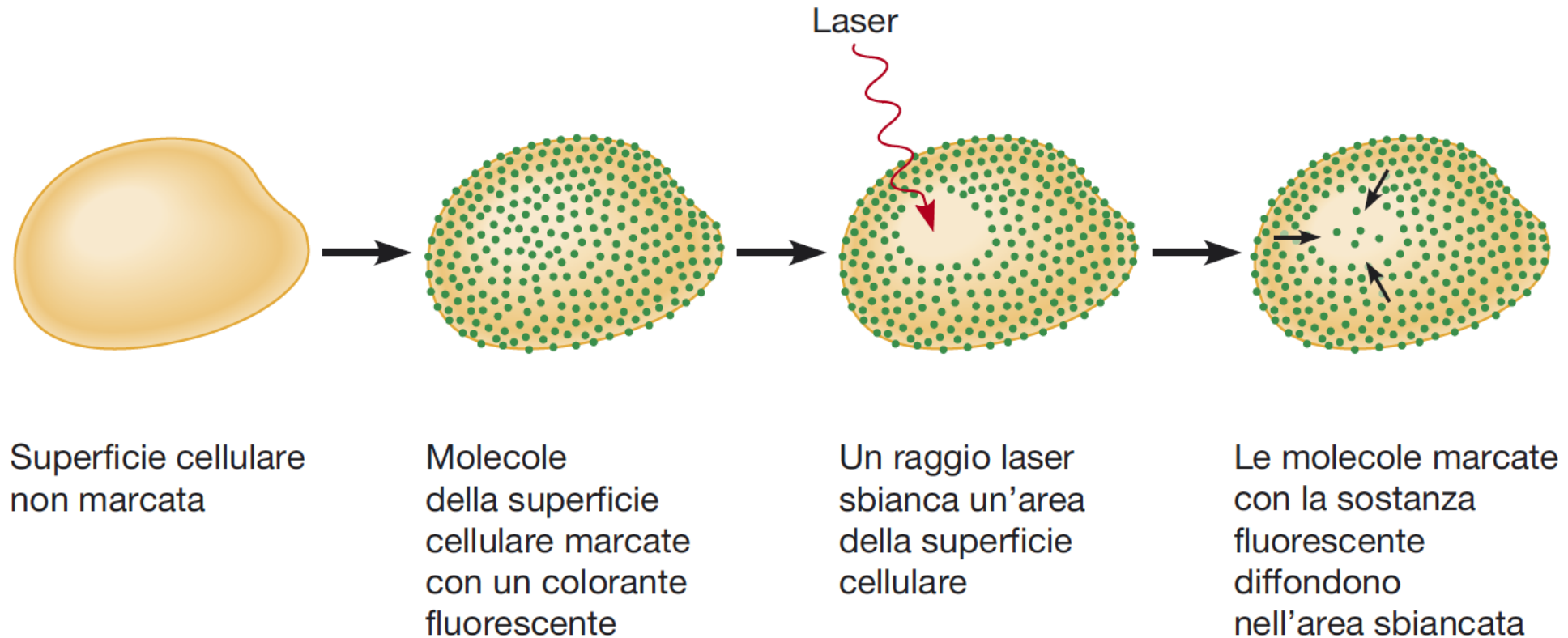
E’ inoltre vietata la diffusione di video, foto, registrazioni, dispense delle lezioni e del materiale delle esercitazioni.

LE MEMBRANE BIOLOGICHE (2)



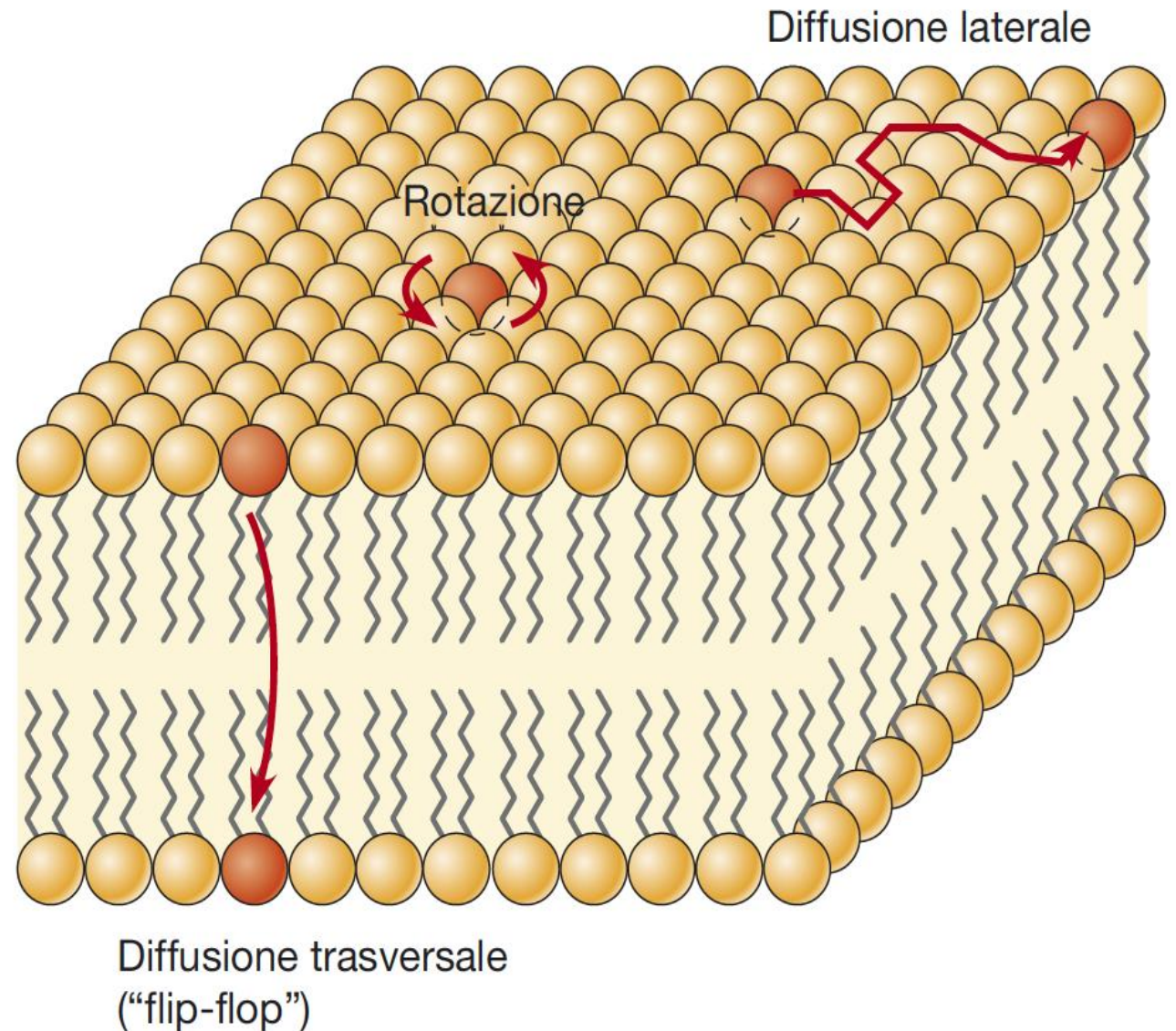
I lipidi possono muoversi all'interno del doppio strato lipidico.

Misura della mobilità dei lipidi mediante FRAP
- *Fluorescence recovery after photobleaching* -



Movimenti delle molecole lipidiche

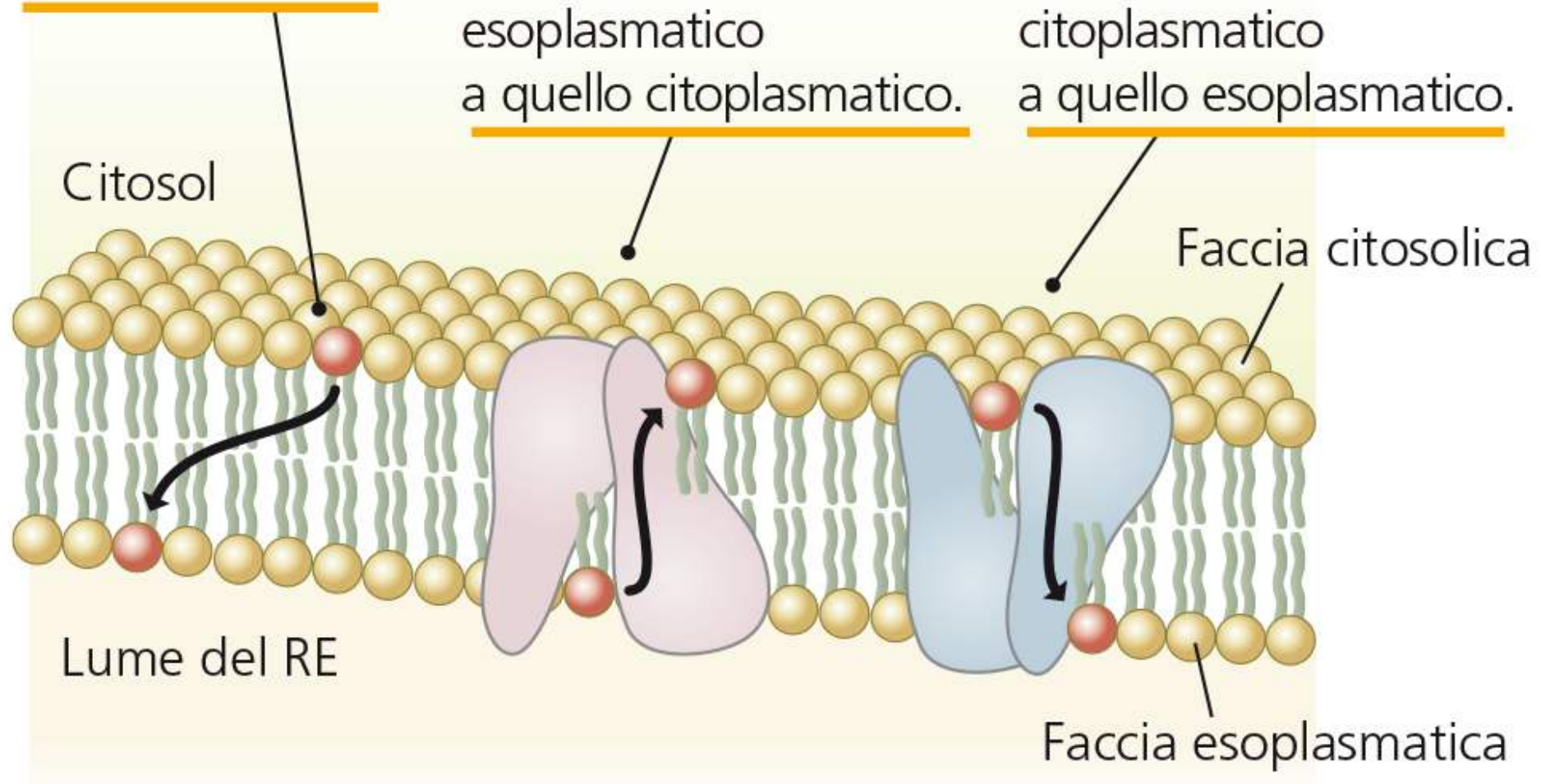
1. Diffusione laterale all'interno dello stesso emistrato
2. Rotazione intorno al proprio asse.
3. Movimento flip-flop: diffusione trasversale da uno strato all'altro. Necessita di specifici enzimi.



L'inversione spontanea avviene a bassa velocità.

Proteine flippasi
trasportano i fosfolipidi dal foglietto esoplasmatico a quello citoplasmatico.

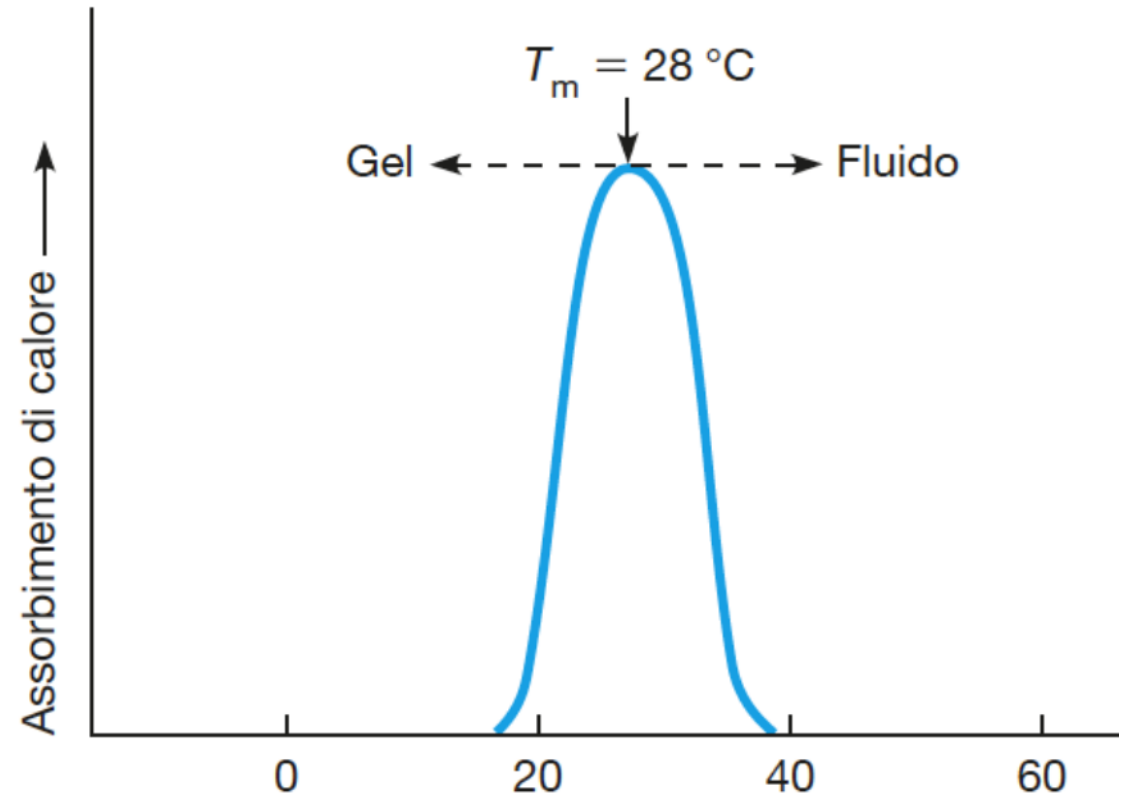
Proteine floppasi
trasportano i fosfolipidi dal foglietto citoplasmatico a quello esoplasmatico.



Il doppio strato lipidico delle membrane biologiche è fluido.

Tutte le membrane sono caratterizzate dalla temperatura di melting.

Alla temperatura di melting (T_m o temperatura di transizione) si passa dallo stato solido di gel a quello fluido.

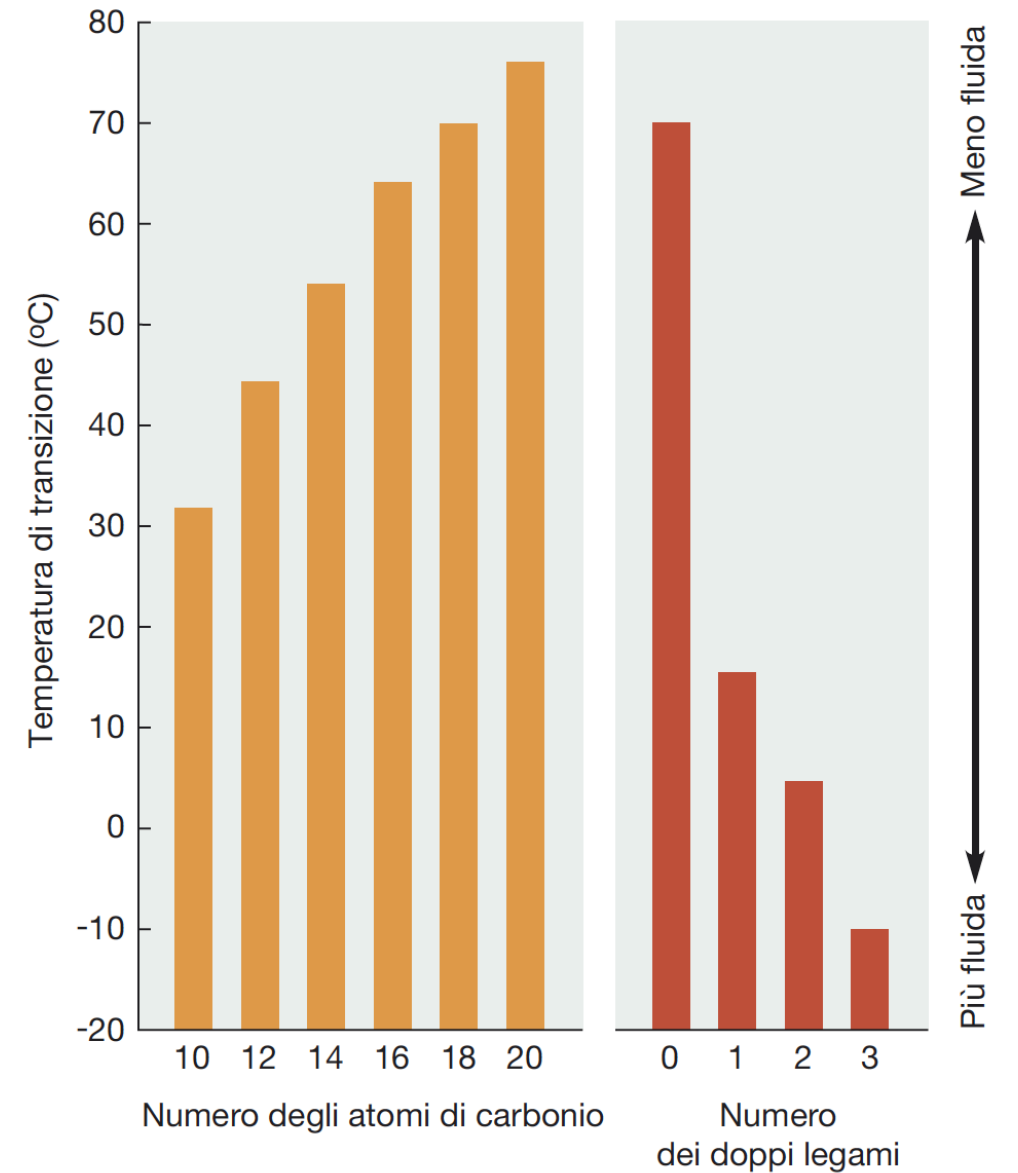


**Le membrane funzionano in modo corretto solo allo stato fluido.
Per poter funzionare devono trovarsi ad una temperatura superiore a quella di melting.**

La fluidità delle membrane biologiche dipende dalla lunghezza e dal grado di saturazione degli acidi grassi dei lipidi che la compongono.

Gli acidi grassi a catena lunga hanno T_m più elevate (meno fluidi) rispetto agli acidi grassi a catena corta.

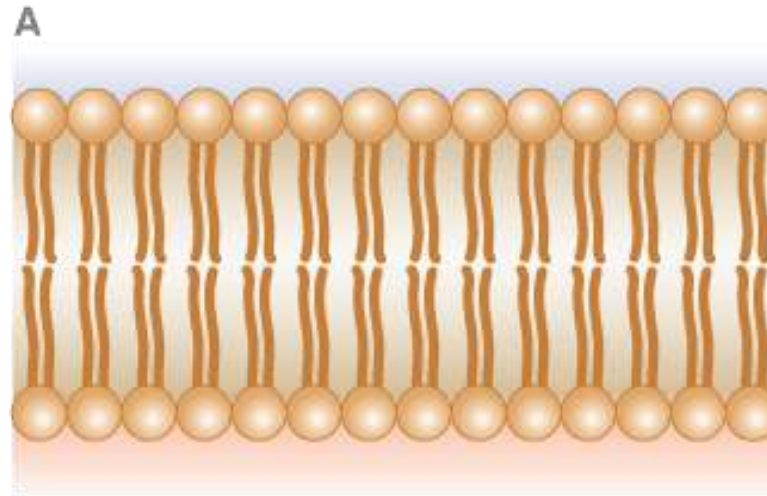
Gli acidi grassi saturi hanno una T_m più elevata degli acidi insaturi.



(a) Effetto della lunghezza della catena sul punto di fusione

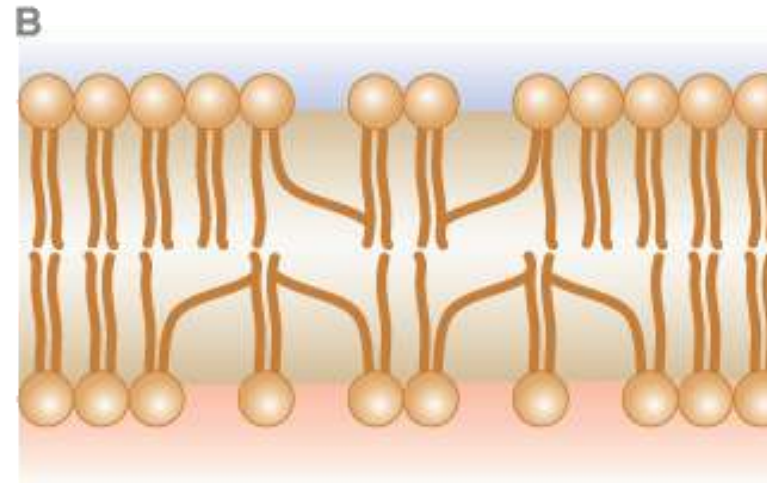
(b) Effetto dell'insaturazione sul punto di fusione

(a) Lipidi con acidi grassi saturi si impacchettano bene nella membrana.



Membrana meno fluida

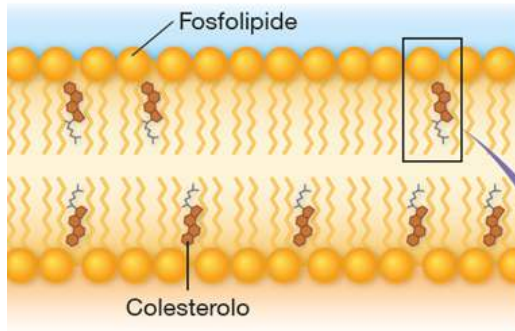
(b) Lipidi con acidi grassi insaturi non si impacchettano bene nella membrana.



Membrana più fluida

Parametri che influenzano la fluidità di membrana:

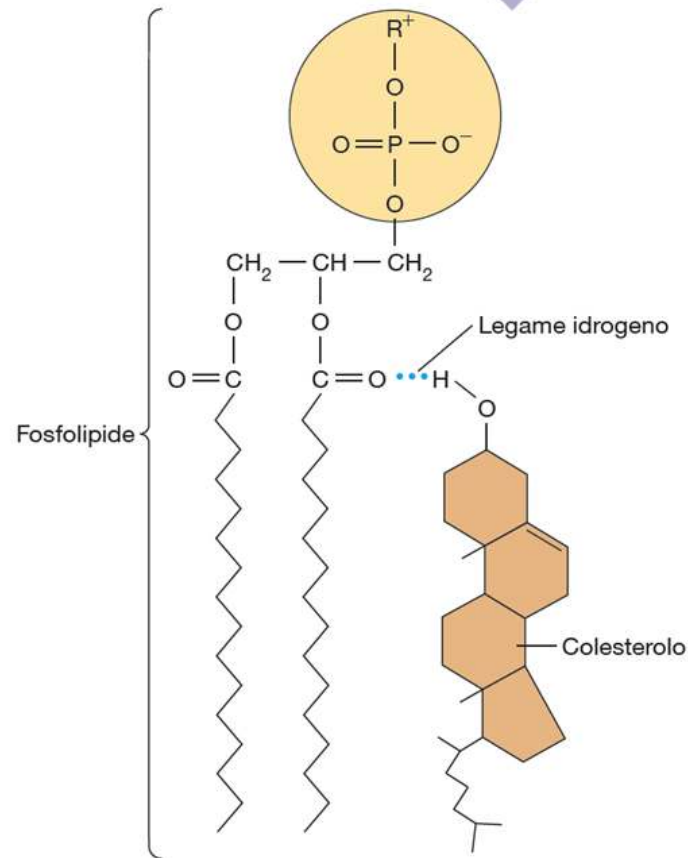
- ✓ Temperatura
- ✓ Composizione lipidica (lunghezza e grado di insaturazione delle catene di acidi grassi)
- ✓ Ruolo del colesterolo



a) Colesterolo nella membrana plasmatica

Le molecole di colesterolo sono presenti in entrambi i foglietti dove interagiscono con i lipidi di membrana.

Il colesterolo diminuisce la permeabilità di membrana.



(b) Legame del colesterolo a un fosfolipide

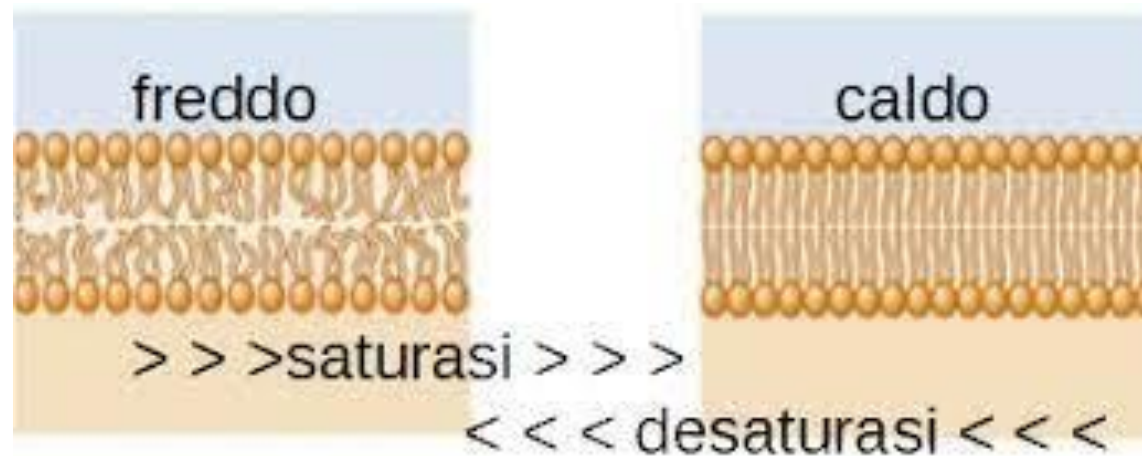
Il colesterolo agisce come un tampone per la fluidità della membrana.

Il colesterolo diminuisce la fluidità a temperature superiori a T_m e la aumenta a temperature inferiori.

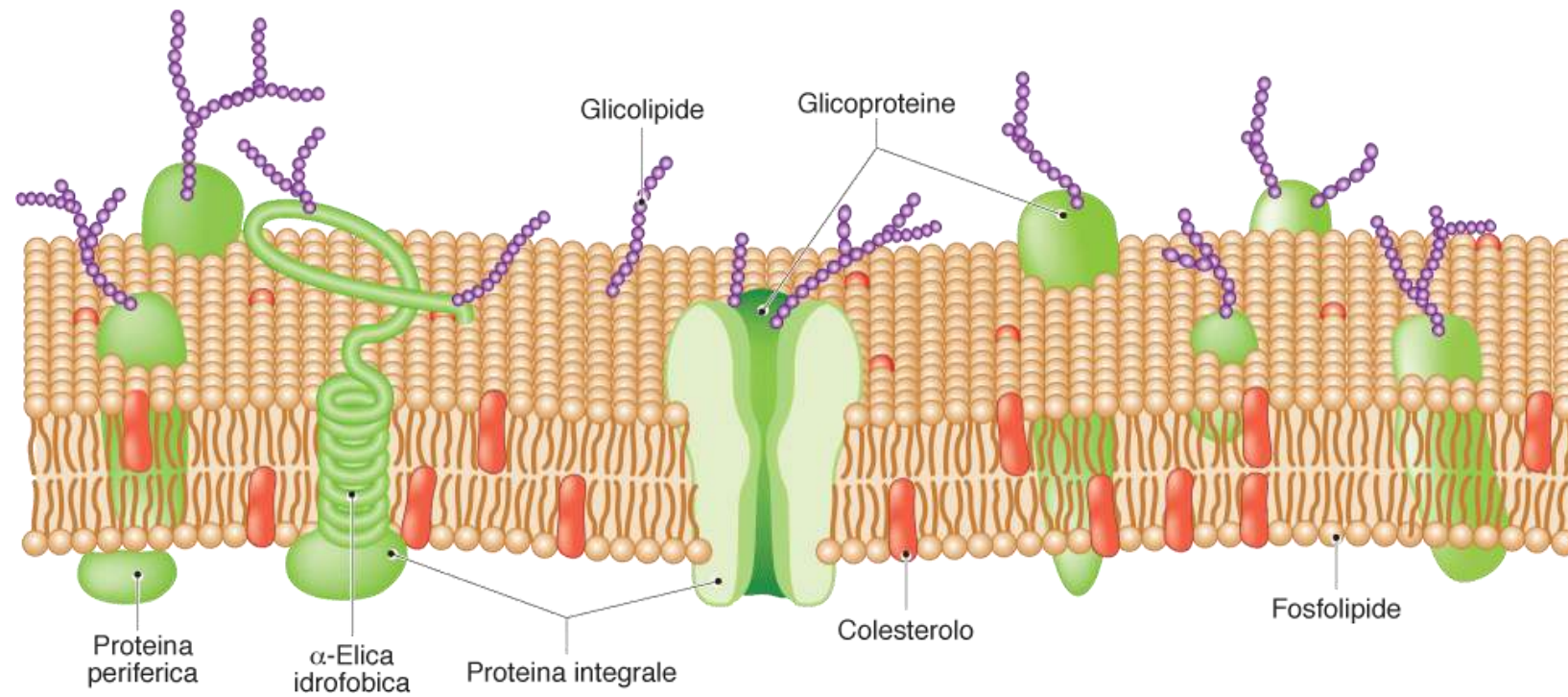
Adattamento *omeoviscoso*

Regolazione della viscosità della membrana nonostante le variazioni di temperatura. Presente sia in microrganismi (batteri, lieviti) sia in piante che in animali a sangue freddo.

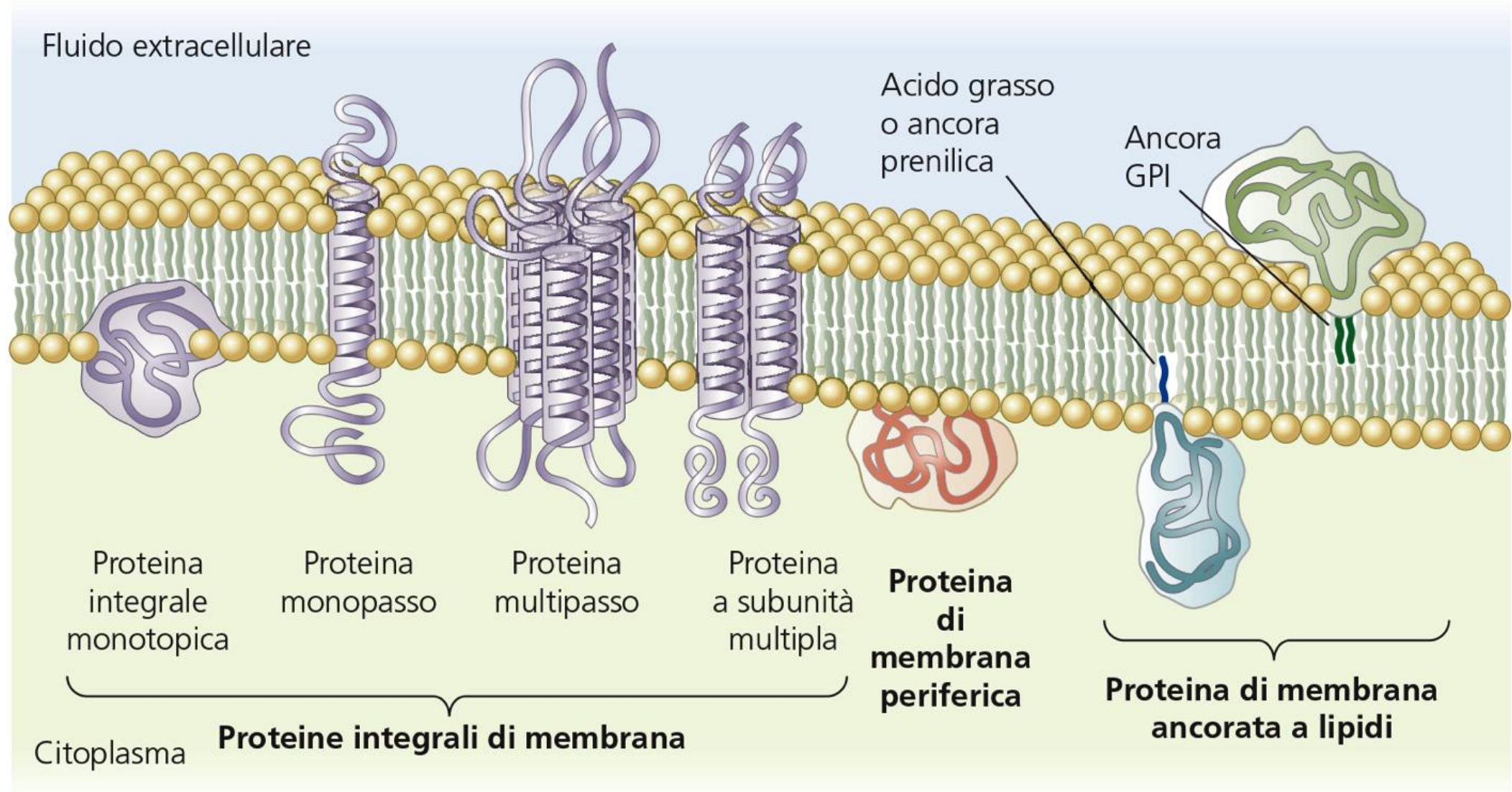
- variazione della composizione lipidica
- sintesi di enzimi che introducono o eliminano doppi legami nelle catene idrocarburiche
- aumentare la percentuale di colesterolo



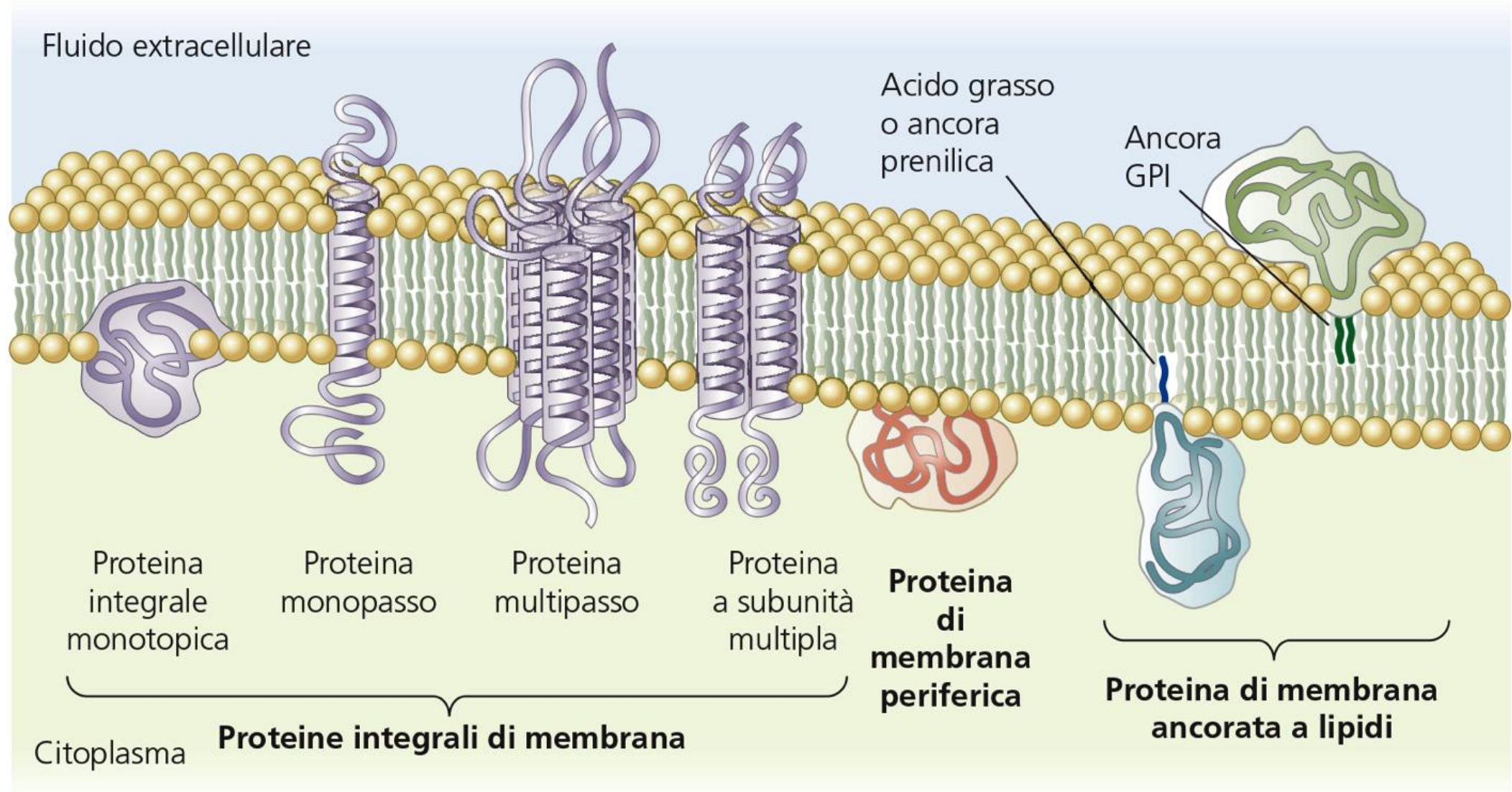
Le proteine di membrana



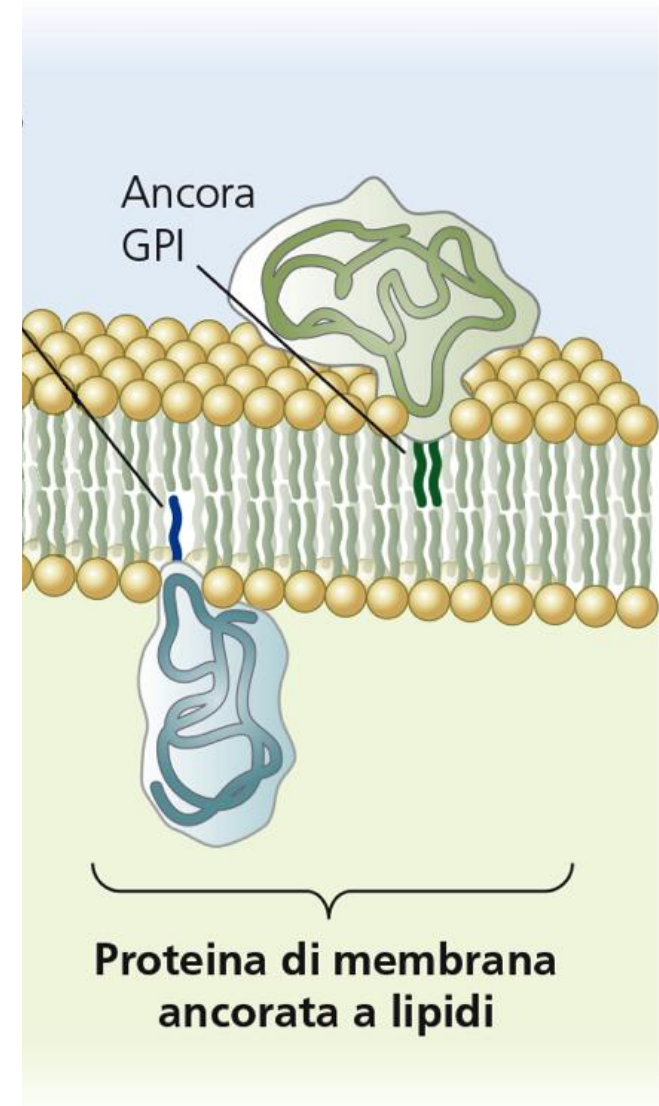
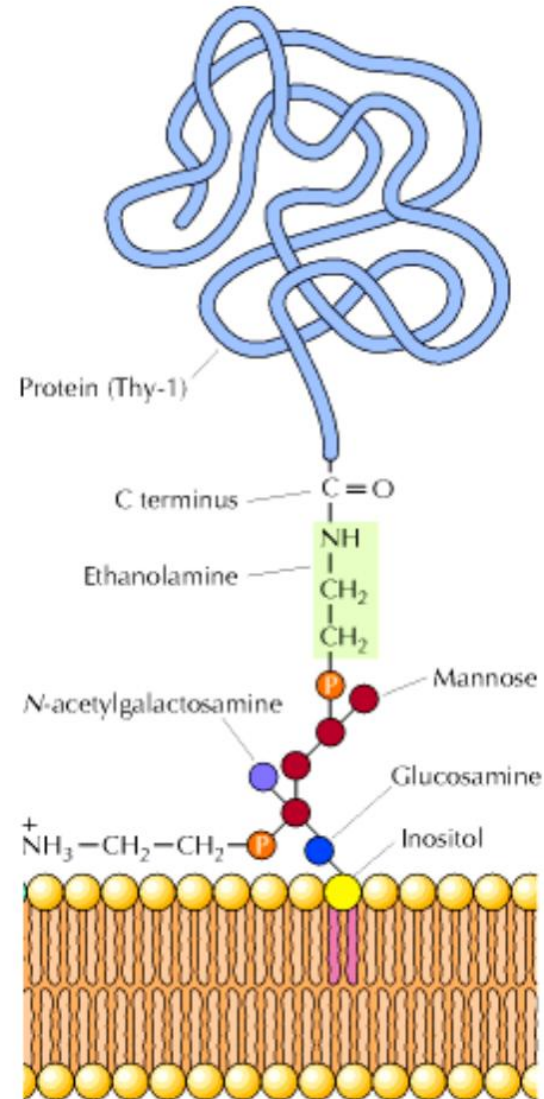
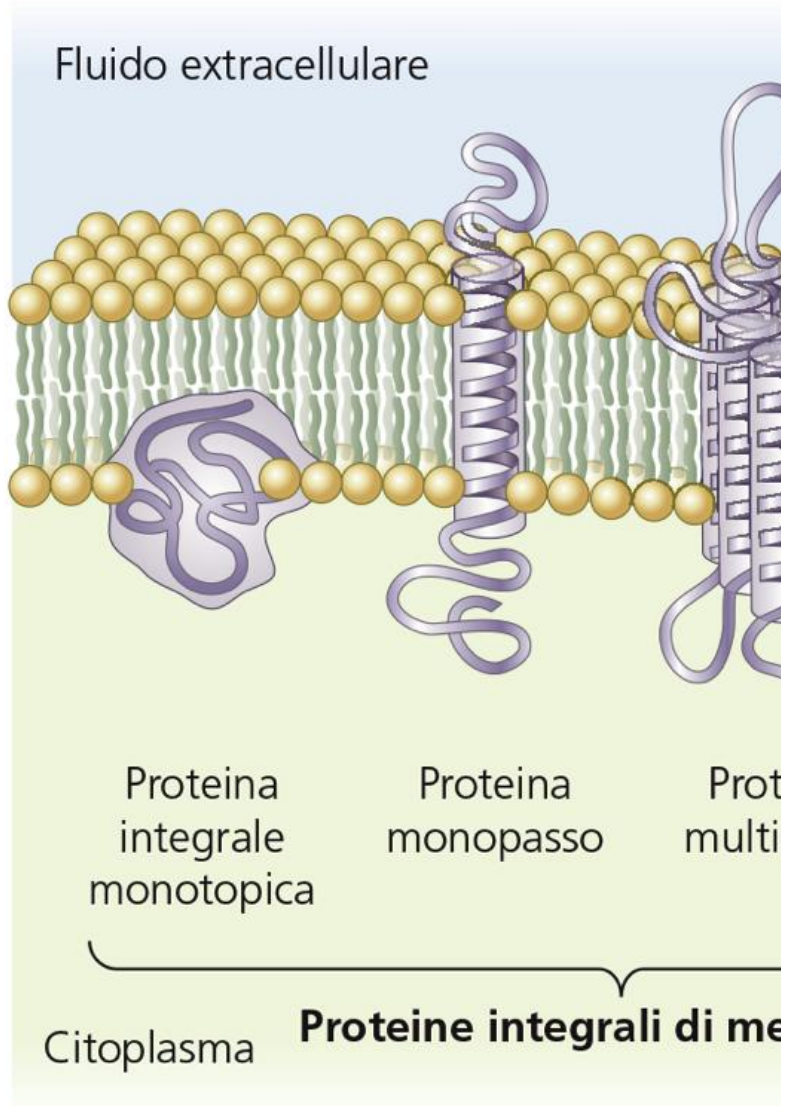
Le proteine di membrana sono associate ai lipidi di membrana in tre modi diversi.



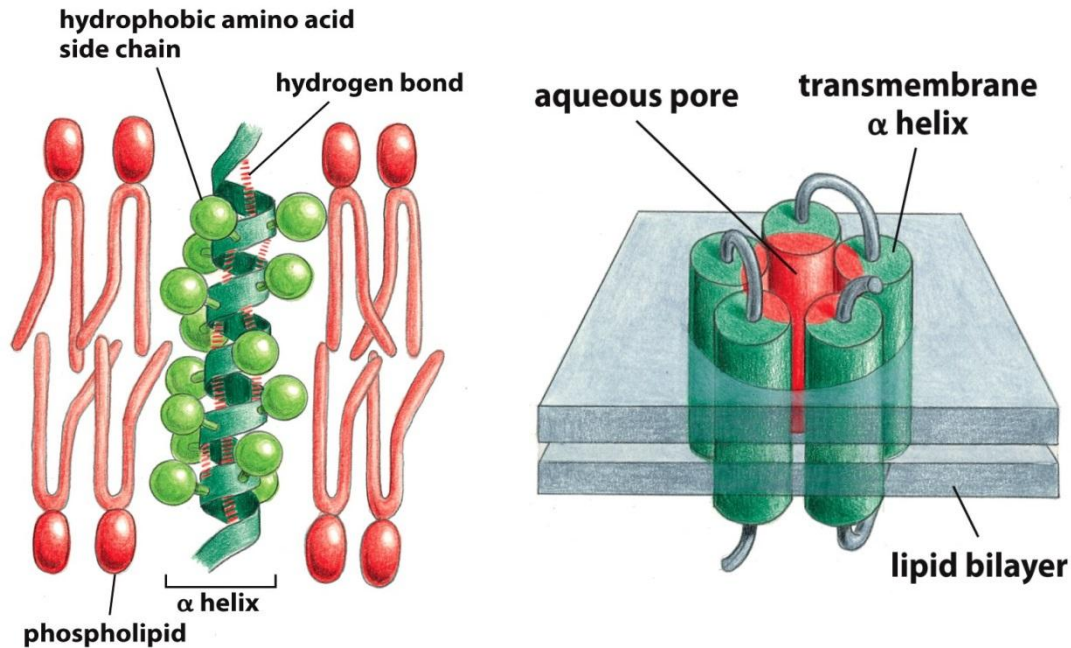
Le proteine di membrana sono associate ai lipidi di membrana in tre modi diversi.



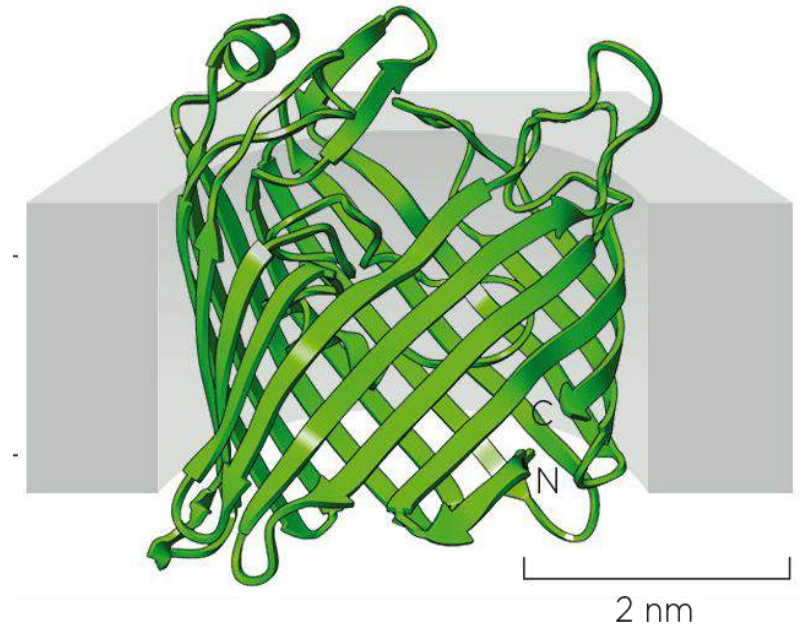
Ancora GPI = glisossil fosfatidil inositolo



Proteine integrali transmembrana attraversano il doppio strato lipidico grazie alla presenza di regione idrofobiche nella loro sequenza.

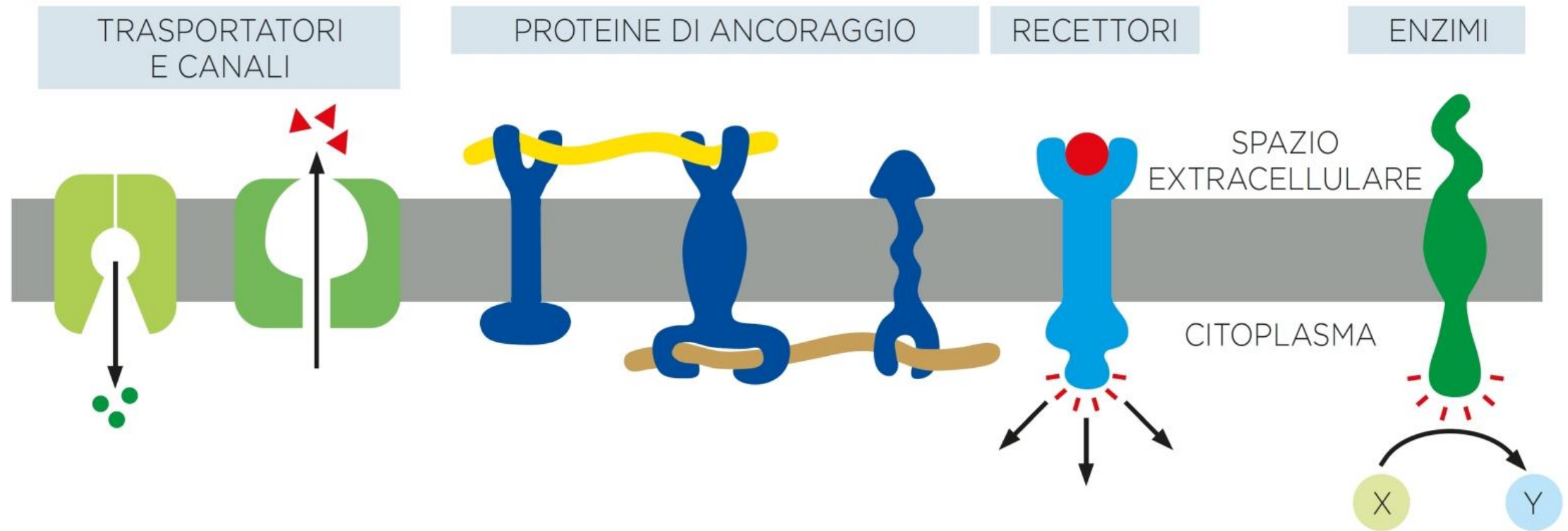


Le porzioni di proteina che attraversano la membrana sono generalmente α -eliche costituite da 20-30 aminoacidi. Più segmenti possono attraversare il doppio strato lipidico. Sul lato di ciascuna elica le catene laterali idrofobe entrano in contatto con le code lipidiche mentre le catene laterali idrofile sono poste all'interno della struttura.



Le porzioni di proteina che attraversano la membrana possono essere costituite da foglietti β , piegati per formare una struttura a manicotto: **barile β** . Proteine di questo tipo sono abbondanti nella membrana esterna di batteri, mitocondri e cloroplasti (**porine**).

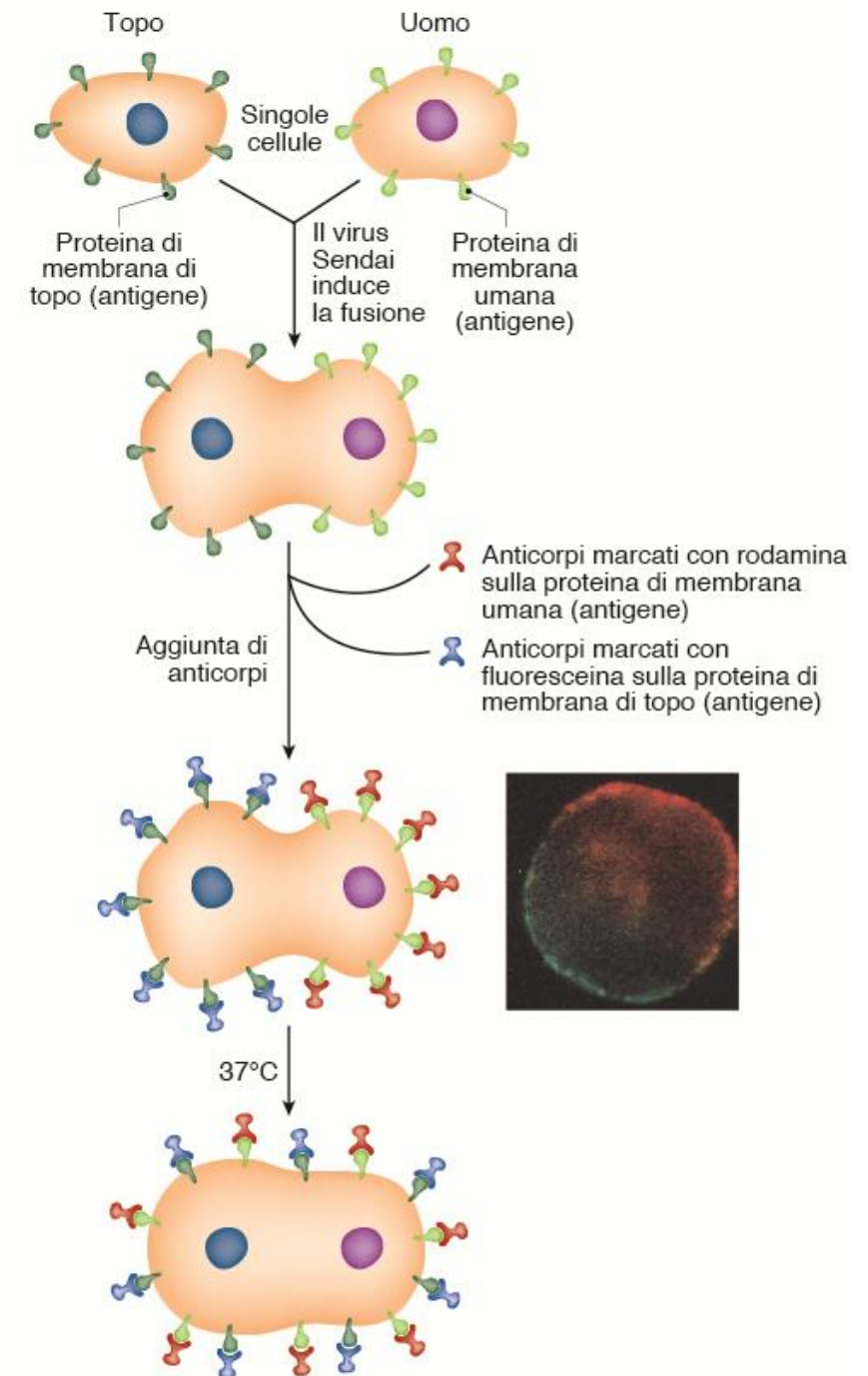
Principali funzioni delle proteine di membrana



L'esperimento di fusione tra cellule dimostra che le proteine della membrana possono muoversi.

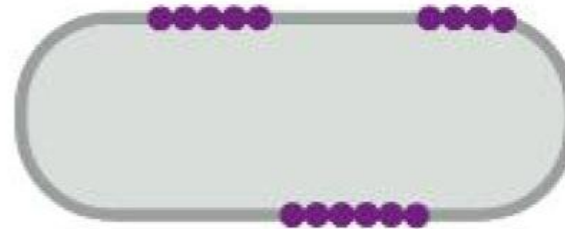
1. Cellule di uomo e di topo con proteine di membrana specifiche.
2. Cellule ibride prodotte dalla fusione delle membrane plasmatiche indotta con un virus.
3. Le proteine di membrana marcate con specifici anticorpi coniugati a molecole fluorescenti
4. Le proteine cominciano a mescolarsi dopo pochi minuti

Non tutte le proteine di membrana si muovono.

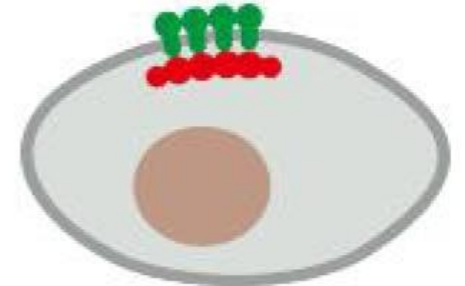


Ci sono diverse modalità con cui la mobilità delle proteine di membrana viene limitata .

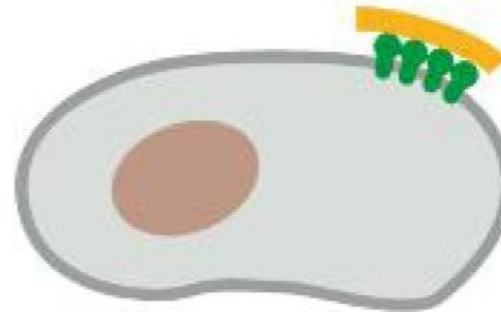
- (A) Formazione dei complessi macromolecolari
- (B) Associazione con la matrice extracellulare
- (C) Associazione con proteine del citoscheletro
- (D) Formazione di giunzioni intercellulari



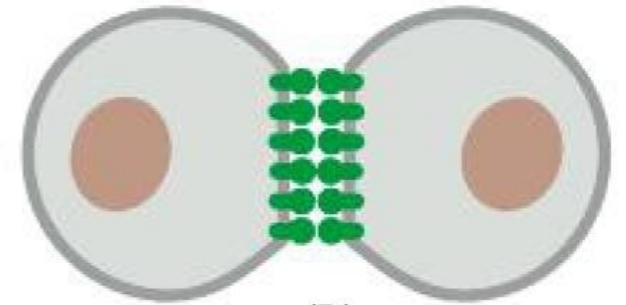
(A)



(C)

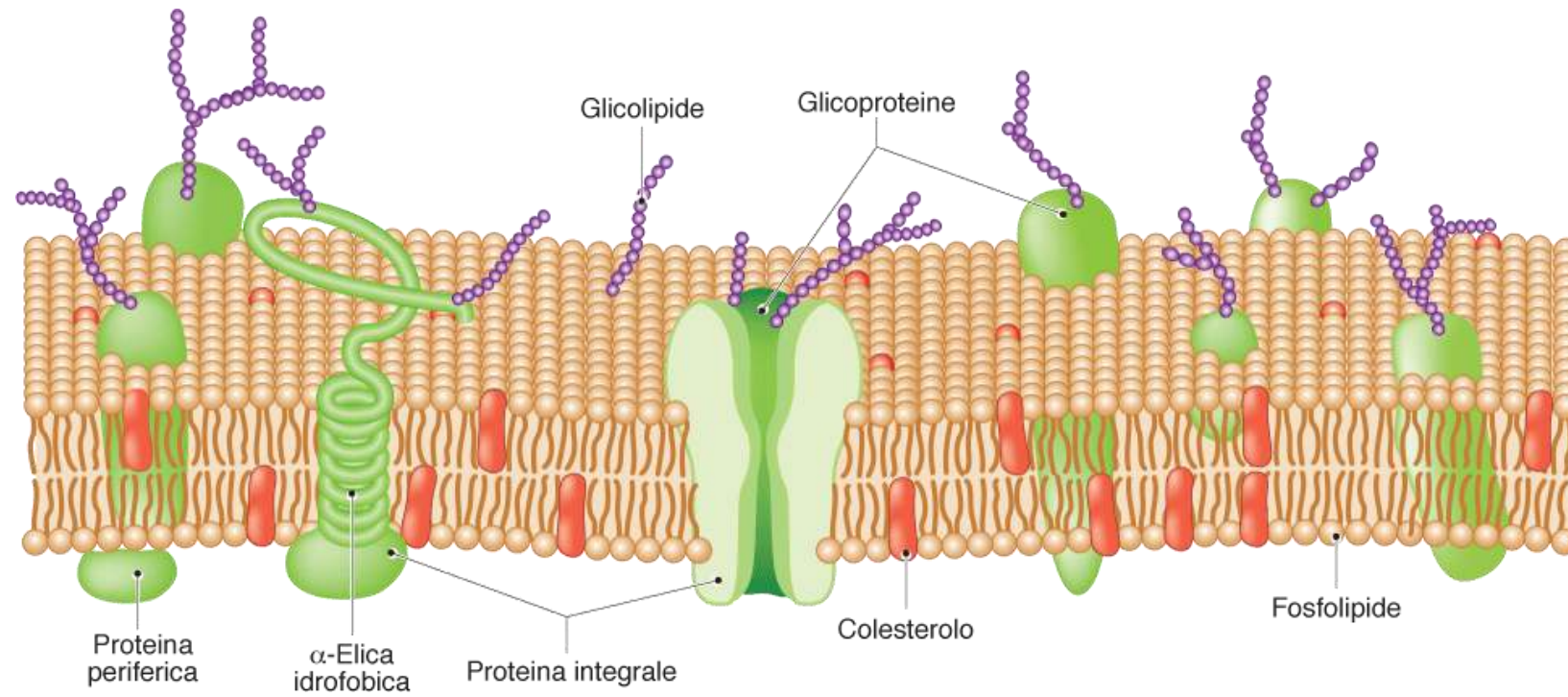


(B)



(D)

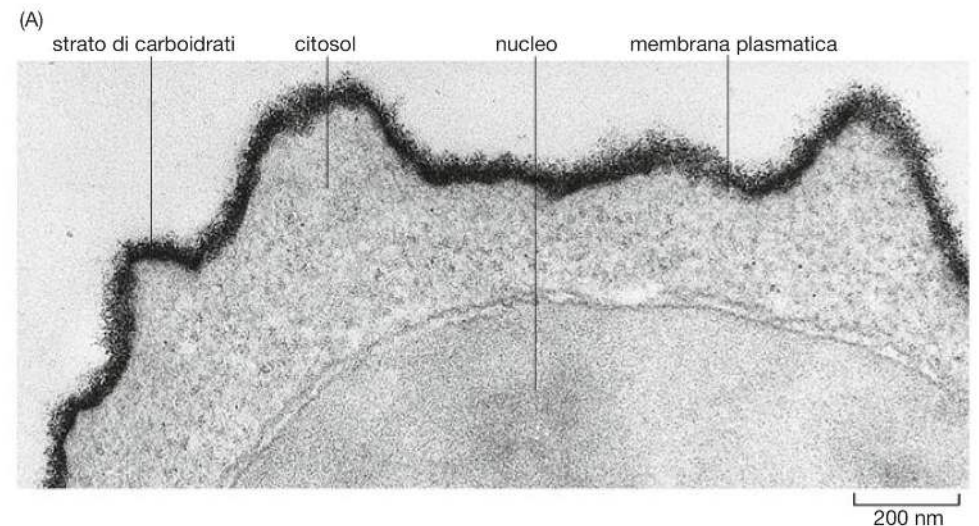
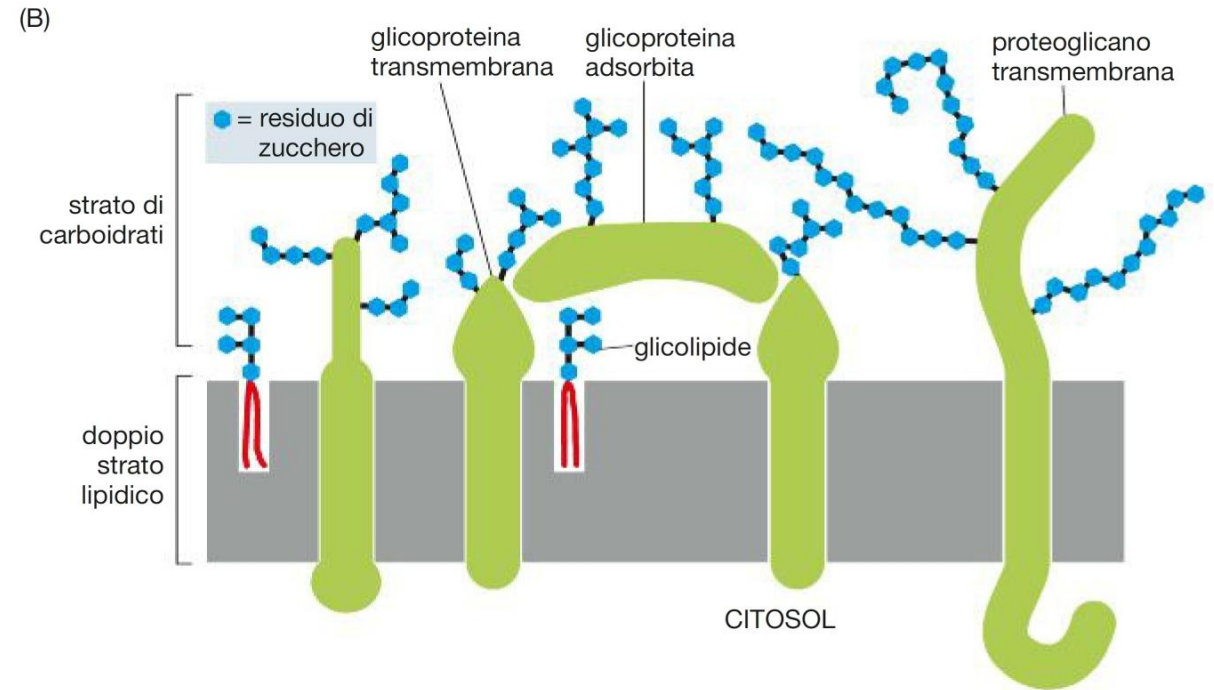
I carboidrati di membrana



Carboidrati di membrana

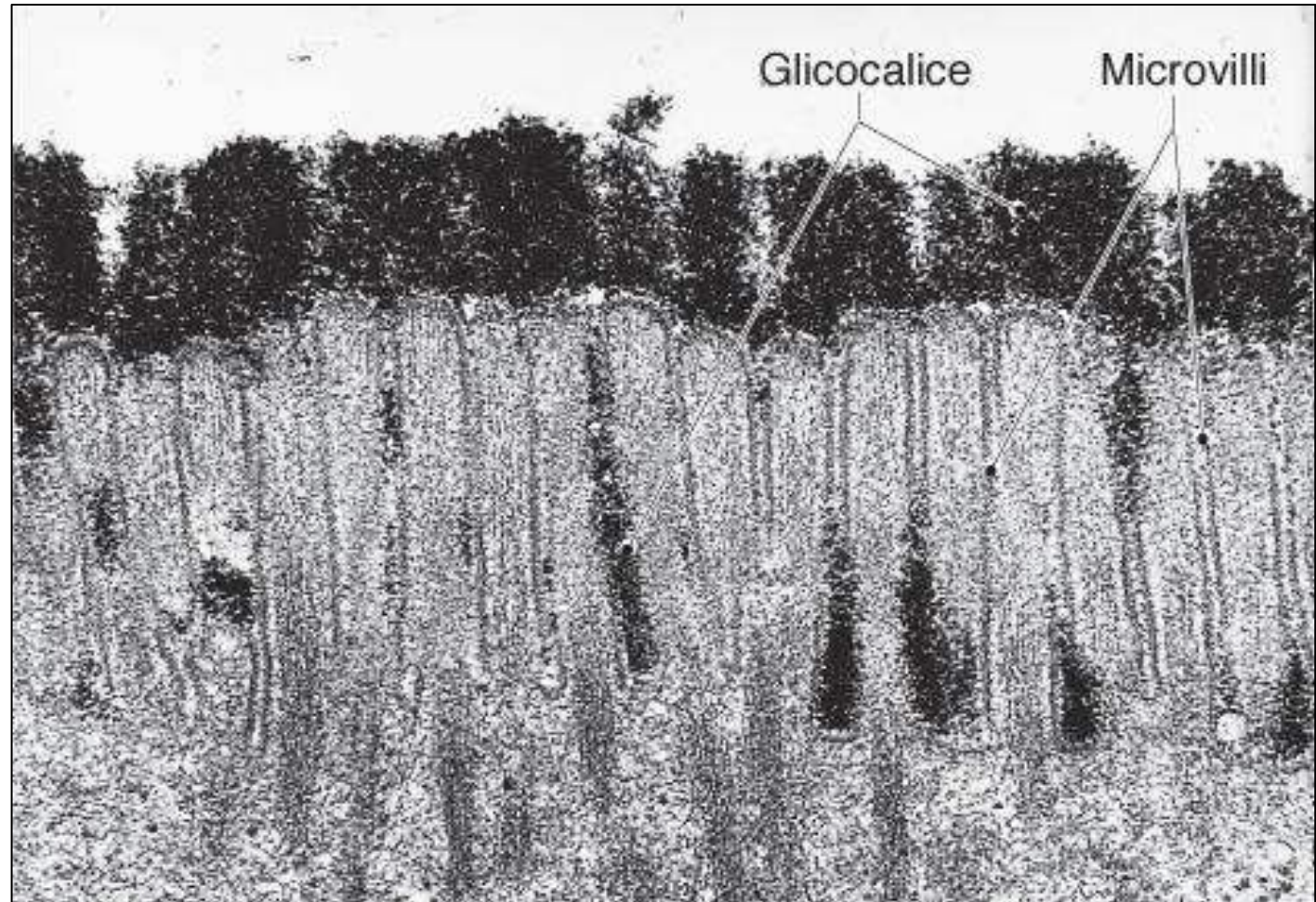
La componente glucidica rappresenta dal 2 al 10% della massa delle membrane, di cui il 90% è associata a proteine.

Si trova esclusivamente sul lato esterno della membrana plasmatica formando il ***glicocalice***.



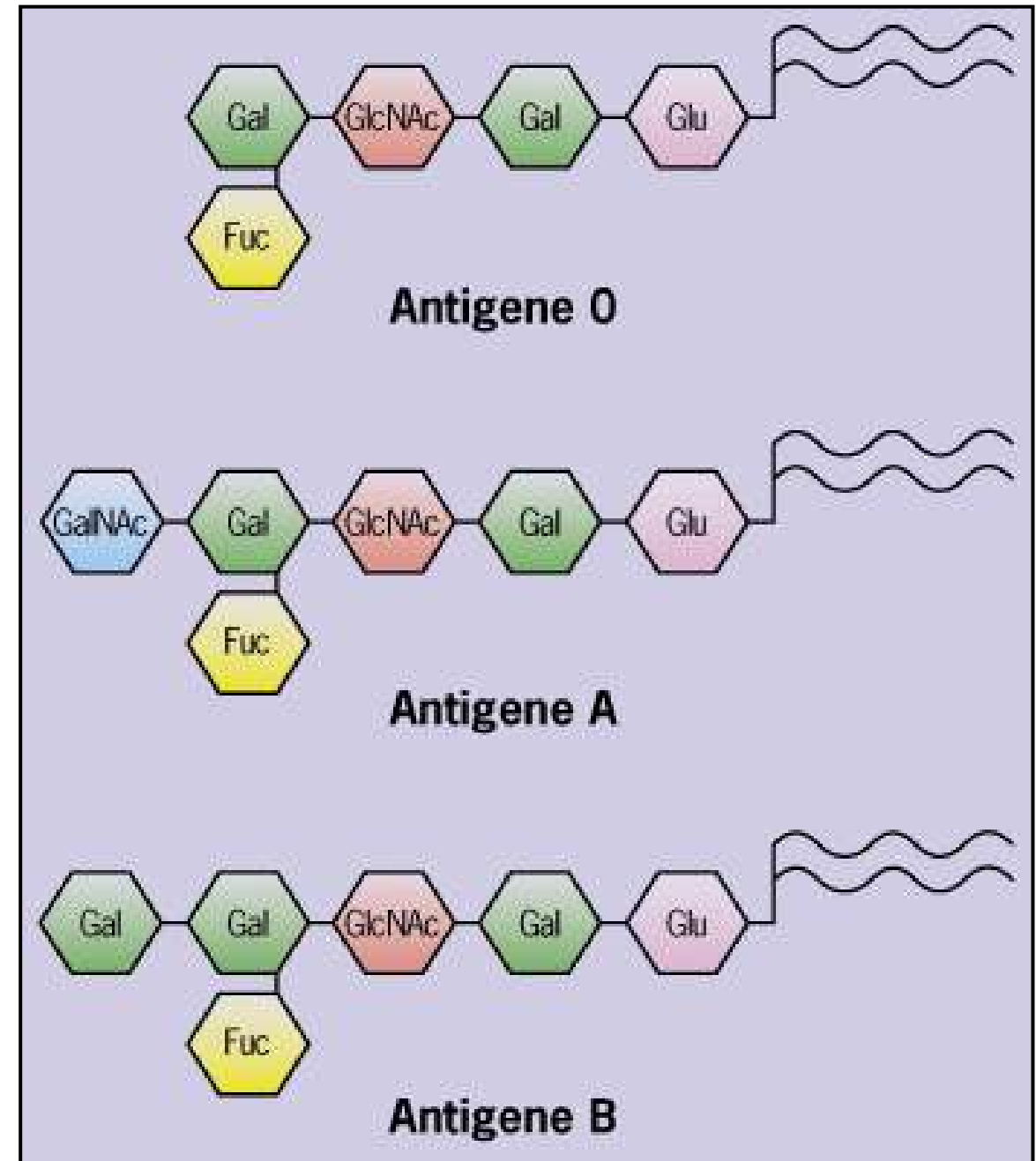
Funzioni di

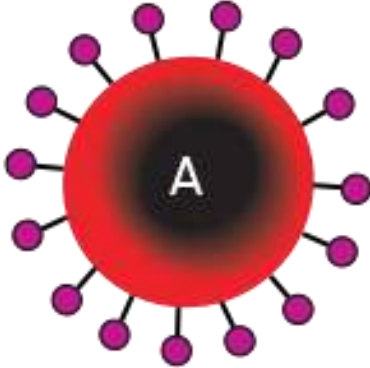
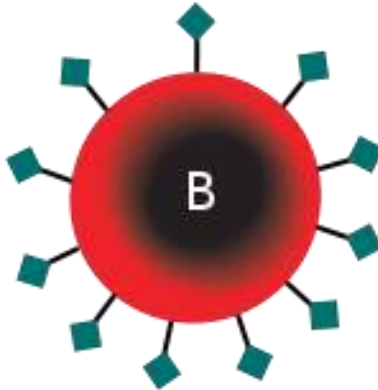
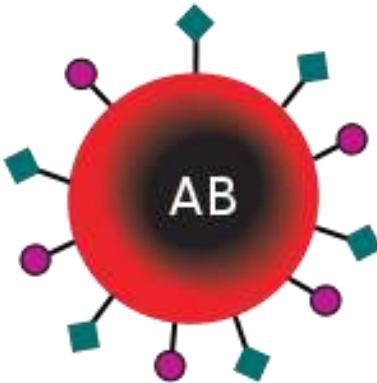
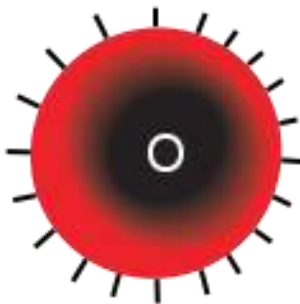

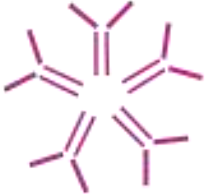
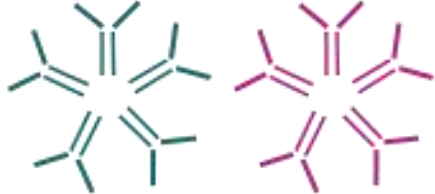



- ✓ Protezione della superficie cellulare
- ✓ Assorbimento
- ✓ Riconoscimento e adesione cellula-cellula



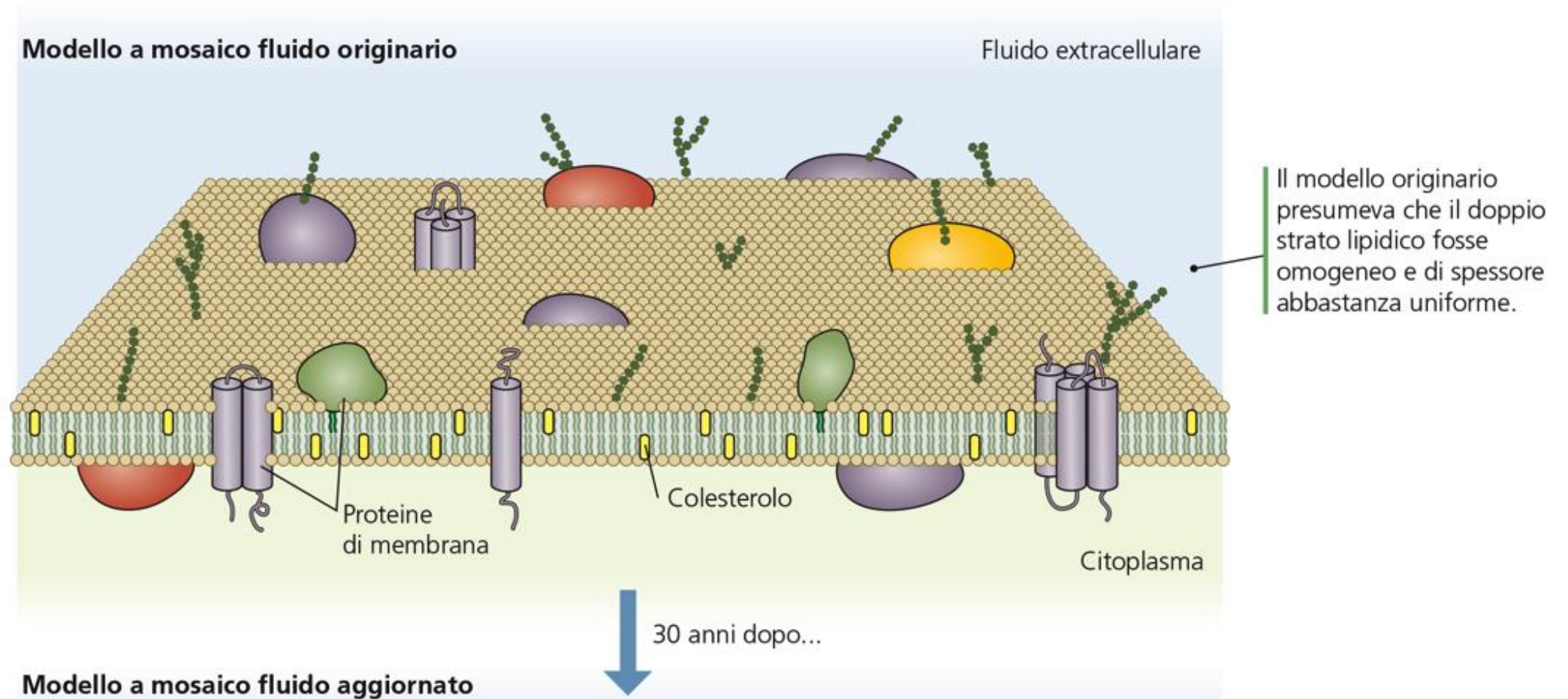
I carboidrati dei glicolipidi della membrana plasmatica degli eritrociti determinano il gruppo sanguigno di un individuo.

Glicosil-transferasi specifiche aggiungono un residuo di Galattosio (antigene B) o di N-acetilgalattosammina (antigene A) o nessun residuo (antigene 0).

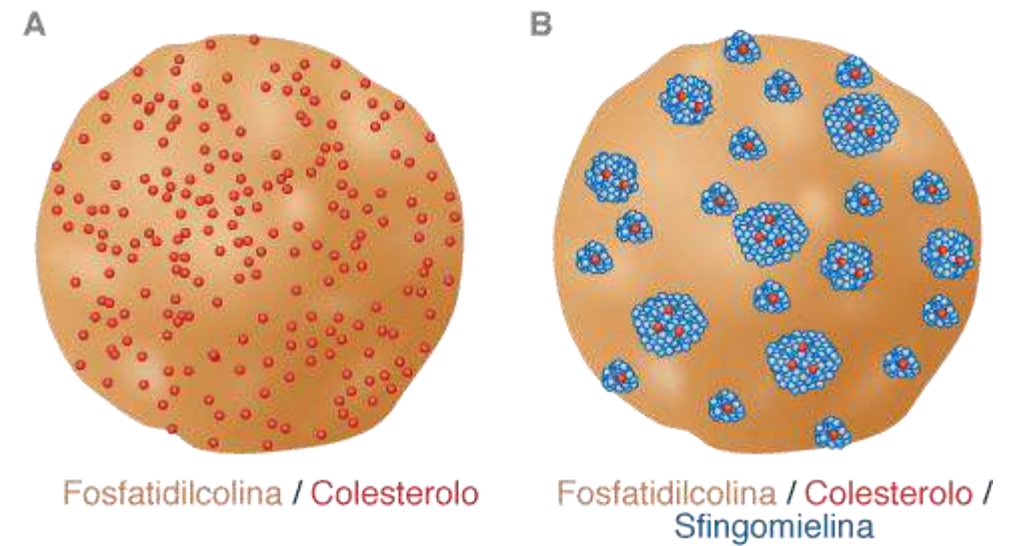


	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type				
Antibodies present	 Anti-B	 Anti-A	None	 Anti-A and Anti-B
Antigens present	 A antigen	 B antigen	 A and B antigens	None

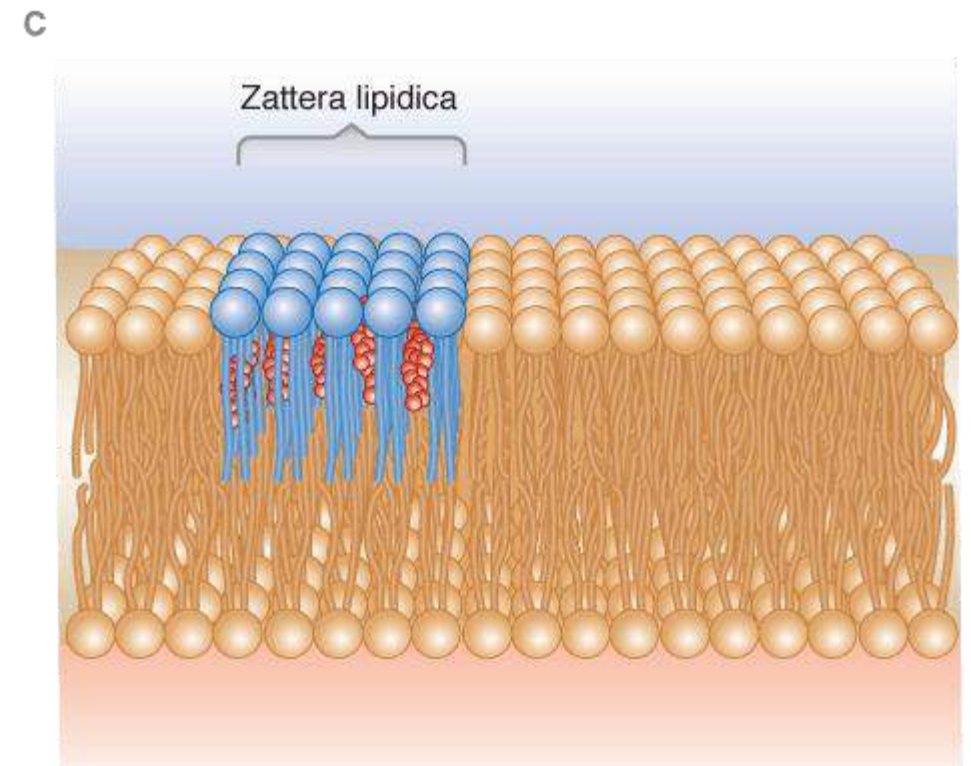
Riassumendo



Le zattere lipidiche (*lipid rafts*) sono delle regioni localizzate e non omogenee della membrana in cui sono localizzati determinati lipidi e proteine.

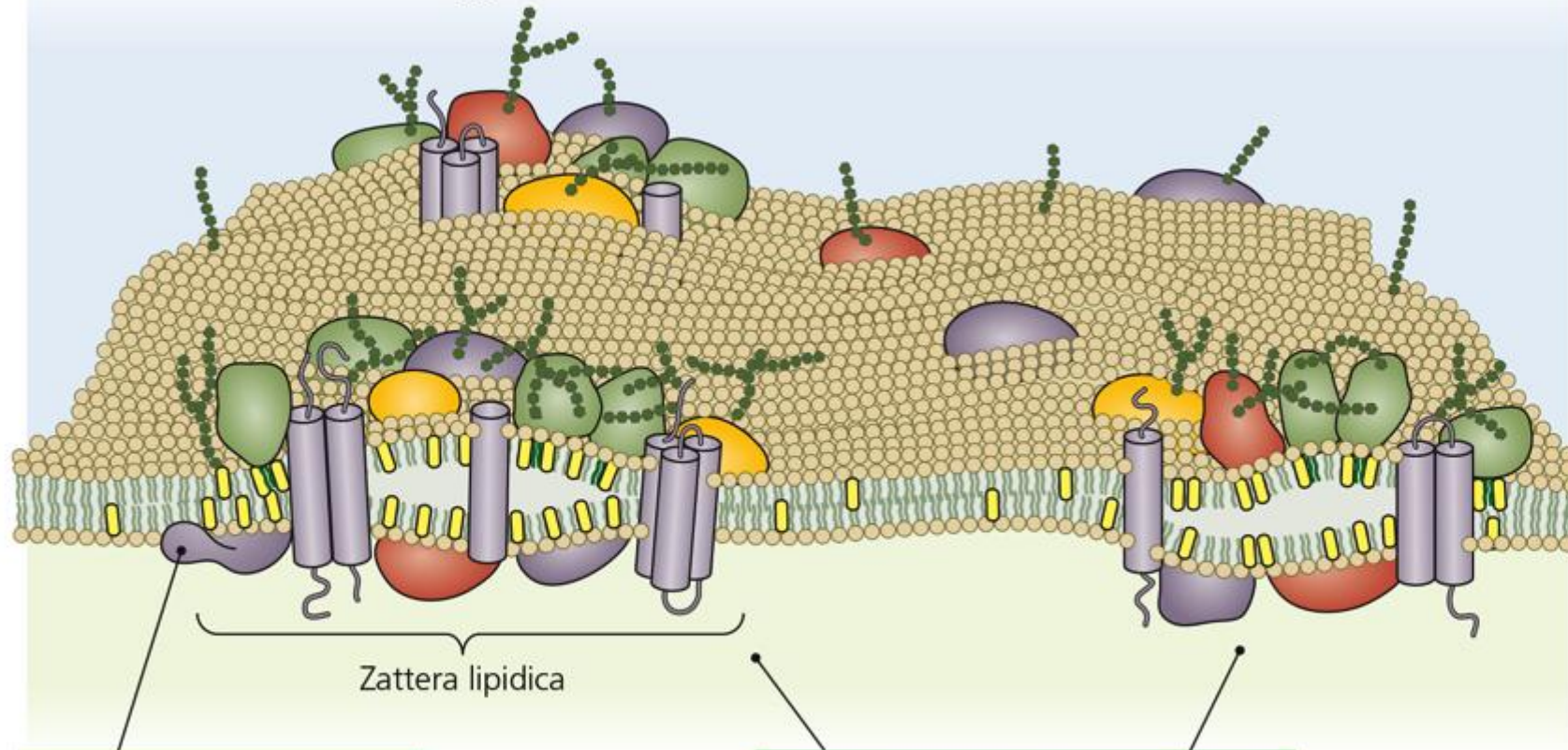


Le zattere lipidiche sono strutture dinamiche e transitorie.



30 anni dopo...

Modello a mosaico fluido aggiornato



Lo spessore del doppio strato fosfolipidico varia.

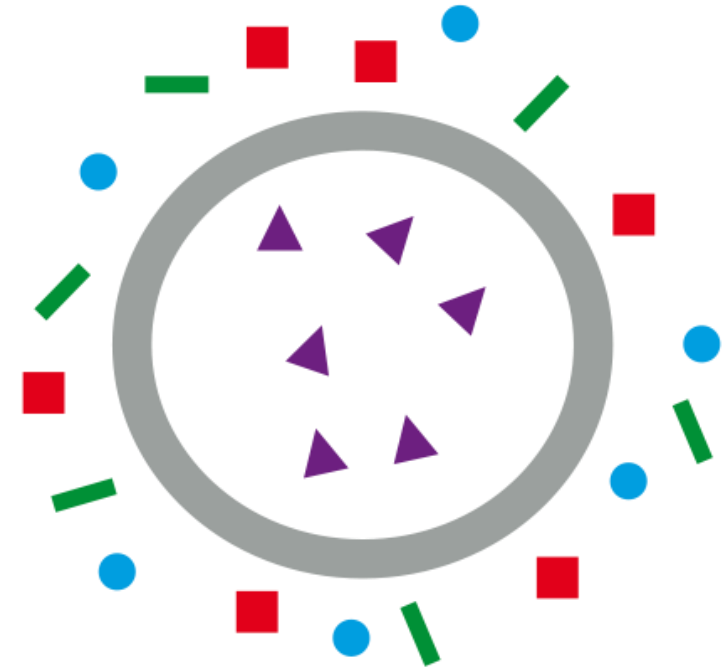
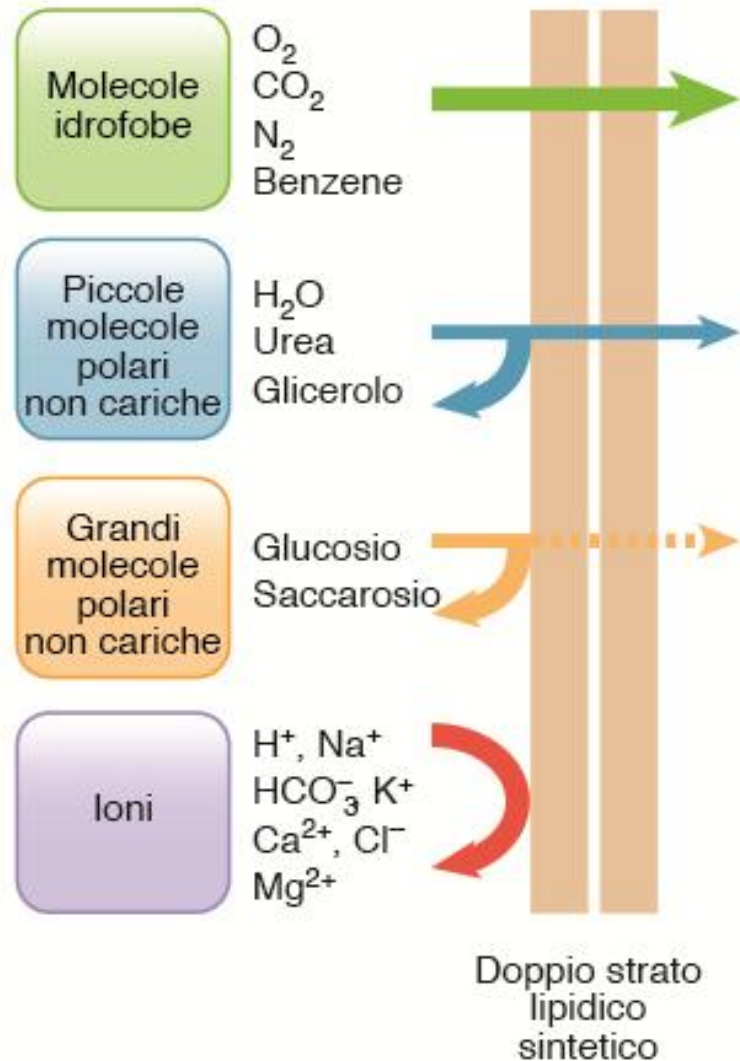
Zattera lipidica

Il gruppo di testa idrofilico dei fosfolipidi può interagire con la porzione idrofila delle proteine di membrana.

Le zattere lipidiche si formano quando proteine di membrana, fosfolipidi, colesterolo e altri costituenti della membrana si raggruppano assieme.

TRASPORTO DI MEMBRANA

Permeabilità di vari tipi di molecole attraverso il doppio strato fosfolipidico in funzione delle loro dimensioni, polarità e carica.



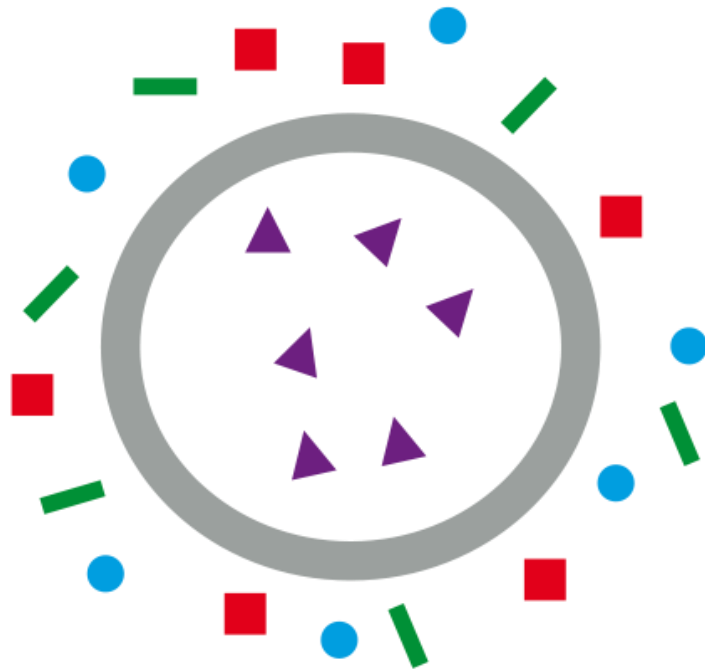
(A) doppio strato lipidico artificiale privo di proteine (liposoma)

Le concentrazioni ioniche interne della cellula differiscono notevolmente da quelle esterne.

TABELLA 4.3 Concentrazioni degli ioni all'interno e all'esterno di una tipica cellula di mammifero

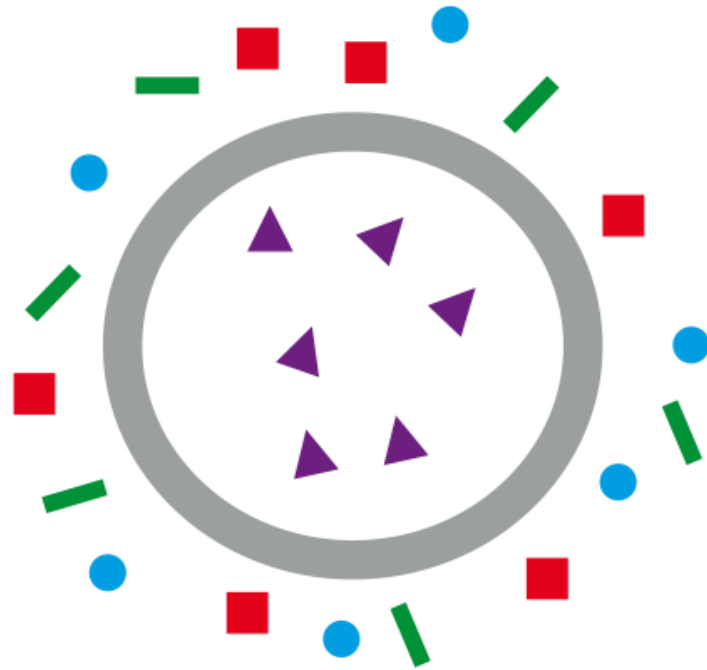
	Concentrazione extracellulare	Concentrazione intracellulare	Gradiente ionico
Na ⁺	150 mM	10 mM	15×
K ⁺	5 mM	140 mM	28×
Cl ⁻	120 mM	10 mM	12×
Ca ²⁺	10 ⁻³ M	10 ⁻⁷ M	10.000×
H ⁺	10 ^{-7,4} M (pH 7,4)	10 ^{-7,2} M (pH 7,2)	Circa 2×

Il mantenimento di uno squilibrio chimico attraverso la membrana è essenziale per la vita.

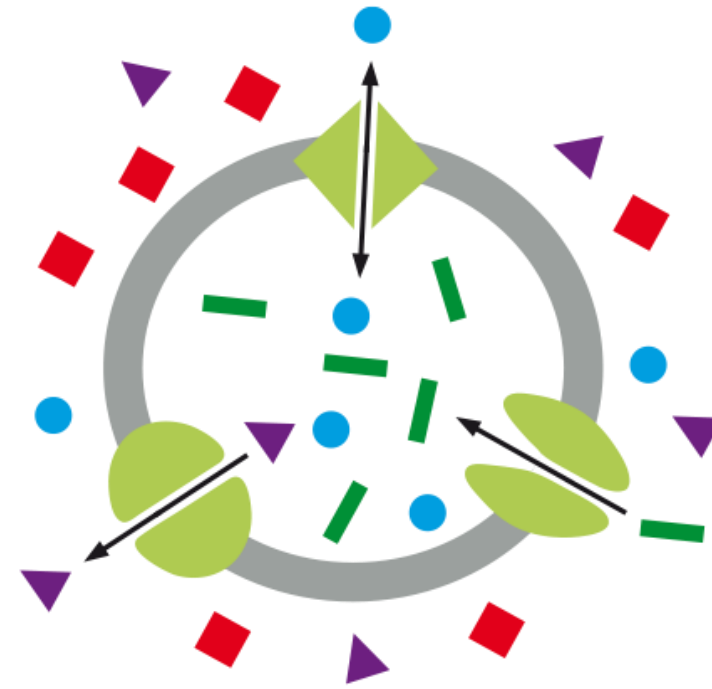


(A) doppio strato lipidico artificiale
privo di proteine (liposoma)

La componente lipidica e le proteine di trasporto permettono alla cellula di controllare e mantenere la sua composizione interna.

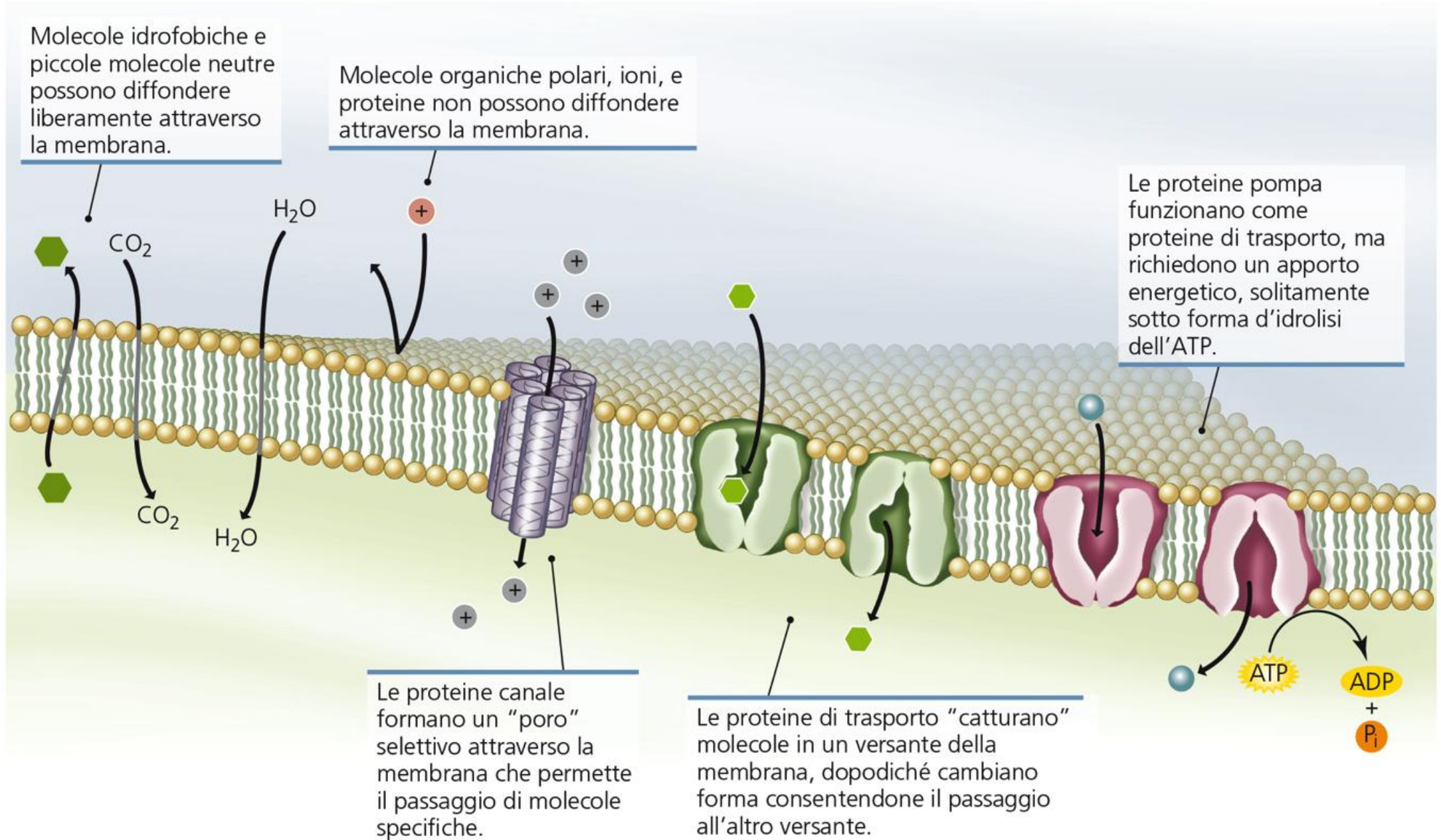


(A) doppio strato lipidico artificiale
privo di proteine (liposoma)



(B) membrana cellulare

Proteine di trasporto attraverso le membrane biologiche



Le molecole possono muoversi secondo gradiente di concentrazione (trasporto passivo)
o contro gradiente di concentrazione (trasporto attivo)

