

**ZANICHELLI**

Giuseppe Valitutti

Marco Falasca

Patrizia Amadio

# Lineamenti di chimica

**ZANICHELLI**

Capitolo 19

Le basi  
della biochimica

**ZANICHELLI**

# Sommario

1. Le biomolecole
2. I carboidrati
3. I lipidi
4. Gli amminoacidi, i peptidi e le proteine
5. La struttura delle proteine e la loro attività biologica
6. La chimica degli acidi nucleici

# Le biomolecole

Le **biomolecole**, molecole sintetizzate dagli esseri viventi, si dividono in quattro classi fondamentali:

- carboidrati
- lipidi
- proteine
- acidi nucleici.



proteine: 16%

lipidi: 13%

carboidrati: 1%

acqua: 65%

sali minerali: 5%

vitamine: tracce

# I carboidrati

I **carboidrati**, o **glucidi**, rappresentano la prima fonte di energia per gli organismi.

Tra i carboidrati troviamo gli zuccheri, come il glucosio ( $C_6H_{12}O_6$ ).

In base al numero di unità base che li costituiscono, si distinguono in:

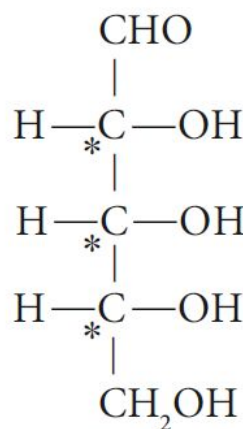
- monosaccaridi
- disaccaridi
- polisaccaridi.

# I carboidrati

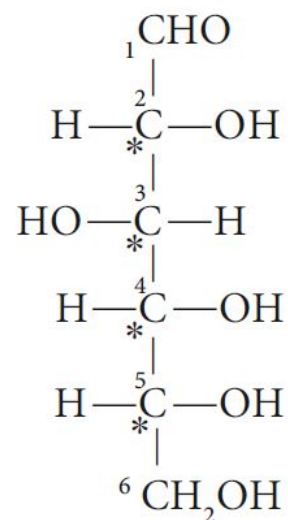
I **monosaccaridi** sono i carboidrati più semplici.

A seconda del numero di atomi di carbonio, si dividono in *triosi*, *tetrosi*, *pentosi*, *esosi* ecc.

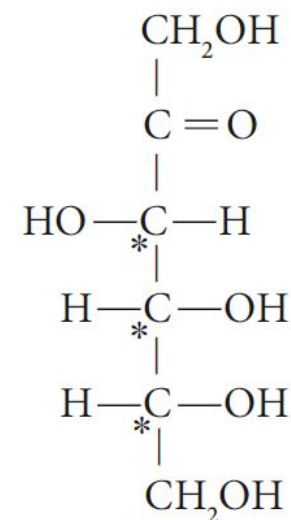
Se lo zucchero contiene un gruppo aldeidico viene detto **aldoso**, se presenta un gruppo chetonico è un **chetoso**.



D-ribosio  
(aldopentoso)



D-glucosio  
(aldoesoso)



D-fruttosio  
(chetoesoso)

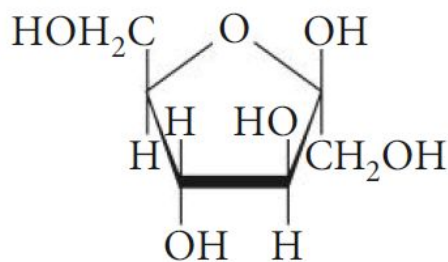
# I carboidrati

I monosaccaridi sono prevalentemente in **forma ciclica**, per rappresentarli si utilizzano le **formule di Haworth**.

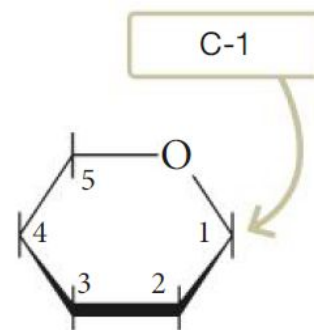
La chiusura dell'anello avviene tramite la reazione tra il gruppo — OH e il gruppo aldeidico o chetonico.

Le lettere  $\alpha$  e  $\beta$  distinguono la posizione del gruppo — OH.

Gli anelli a cinque termini sono detti **furanosi** (fruttosio), mentre quelli a sei termini sono detti **piranosi** (glucosio).



$\beta$ -D-fruttosio  
(furanoso)



formula di Haworth  
di un piranoso

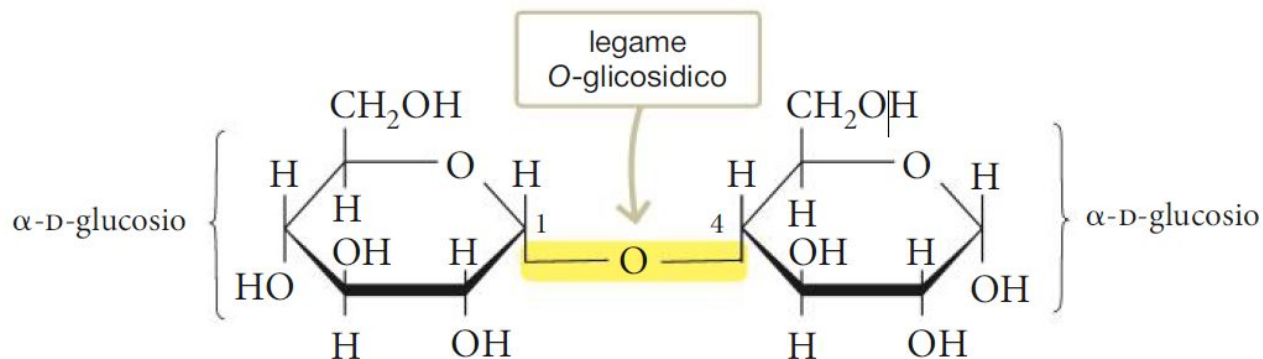


# I carboidrati

I **disaccaridi** derivano dall'unione di due monosaccaridi attraverso un legame *O-glicosidico*.

Alcuni esempi sono:

- **maltosio** ( $\alpha$ -D-glucosio +  $\alpha$ -D-glucosio)
- **lattosio** ( $\beta$ -D-glucosio +  $\beta$ -D-galattosio)
- **saccarosio** ( $\alpha$ -D-glucosio +  $\beta$ -D-fruttosio).



# I carboidrati

I **polisaccaridi** derivano dall'unione di molte unità di monosaccaridi (da 100 a più di 3000).

I più importanti sono:

- l'**amido**, riserva di carboidrati tipica delle piante
- il **glicogeno**, riserva di carboidrati tipica degli animali
- la **cellulosa**, con funzione strutturale nelle piante.



# I carboidrati

Nell'amido i legami sono  $\alpha$ -glicosidici, mentre nella cellulosa sono  $\beta$ -glicosidici. Questo ci impedisce di *digerire* la cellulosa, poiché non possediamo le molecole necessarie per la rottura di questo legame.

I polisaccaridi possono legarsi alle proteine della superficie cellulare formando le **glicoproteine**: quelle sui globuli rossi consentono di classificare quattro gruppi sanguigni (A, B, AB, 0).

# I lipidi

I **lipidi** sono composti insolubili in acqua ma solubili in solventi organici apolari.

Hanno un ruolo:

- di riserva energetica concentrata (grassi)
- strutturale (costituenti della membrana cellulare)
- funzionale (ormoni steroidei, vitamine liposolubili).

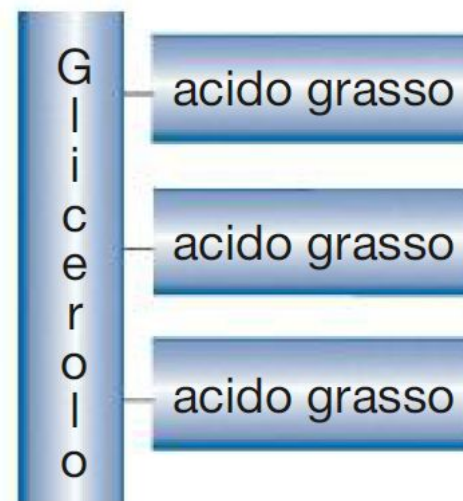
# I lipidi

I grassi, gli oli e le cere sono **trigliceridi**.

I trigliceridi sono formati da glicerina e tre molecole di acidi grassi, le cui catene  $R-$  ,  $R'-$  ,  $R''-$  possono essere sature o insature.

Distinguiamo i lipidi in:

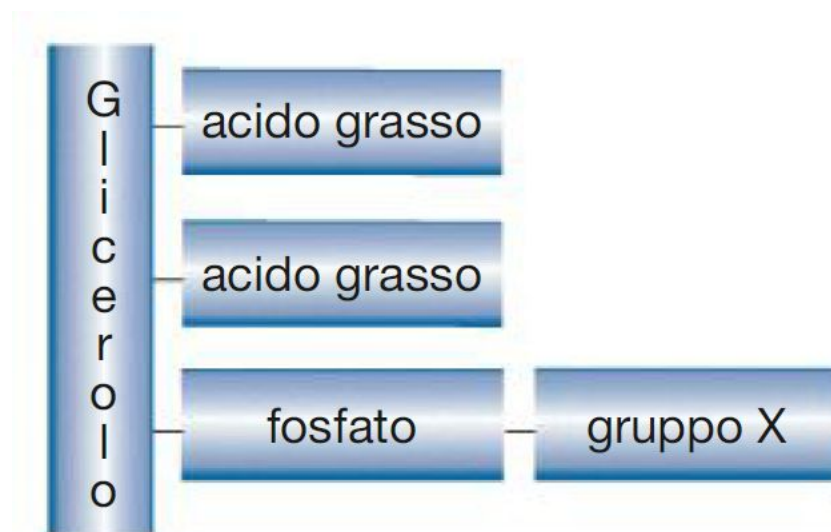
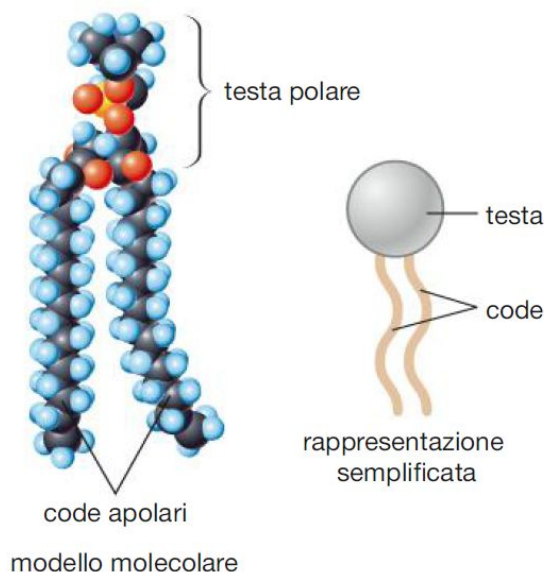
- **grassi solidi** (grassi animali), con molti acidi grassi saturi
- **grassi liquidi** (oli vegetali), con molti acidi grassi insaturi, come gli acidi oleico, linoleico e linolenico.



# I lipidi

I **fosfolipidi** sono lipidi contenenti acido fosforico.

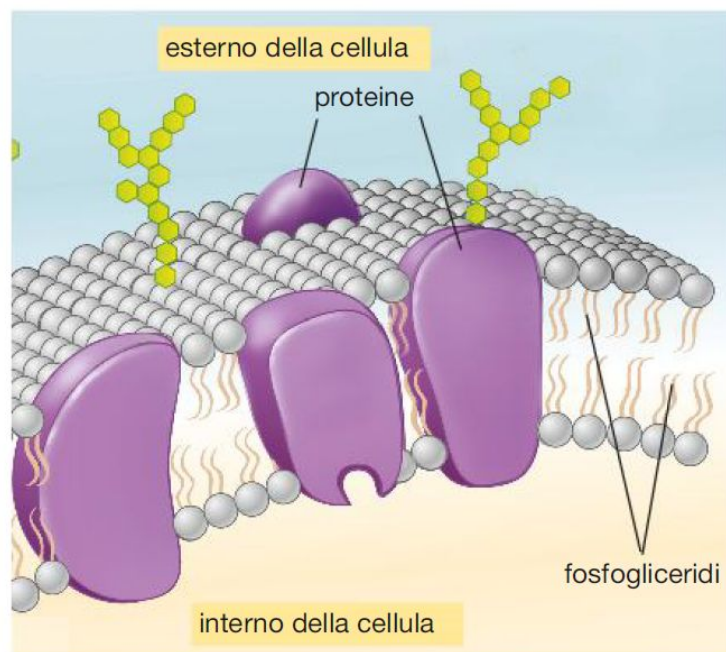
Appartengono a questo gruppo i **fosfogliceridi**, costituenti di membrana formati da glicerina, due molecole di acidi grassi e un gruppo fosfato legato a un gruppo X.



# I lipidi

La testa ionica polare e due lunghe code idrocarburiche apolari rende i fosfogliceridi adatti a costituire le **membrane cellulari**.

Le membrane cellulari sono composte da un **doppio strato di fosfogliceridi**, le cui code sono orientate verso l'interno del doppio strato, mentre le teste si orientano verso il mezzo acquoso esterno (extracellulare) e l'interno della cellula (citoplasma).



# Gli amminoacidi, i peptidi e le proteine

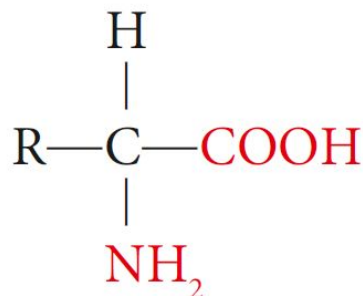
Le **proteine**, o **peptidi**, si trovano in ogni cellula vivente e sono indispensabili per il normale funzionamento dell'organismo.

Sono biopolimeri la cui complessità cresce al crescere del numero di monomeri coinvolti, gli **amminoacidi**.

- **peptidi** → pochi amminoacidi
- **polipeptidi** → qualche decina di amminoacidi
- **proteine** → centinaia o migliaia di amminoacidi

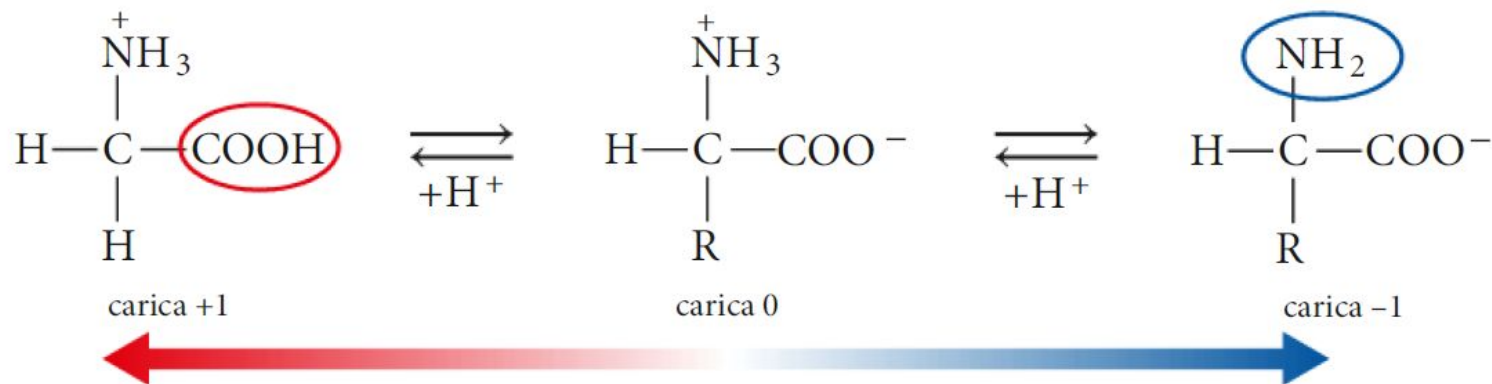


# Gli aminoacidi, i peptidi e le proteine

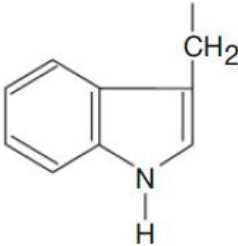


Gli **aminoacidi** sono costituiti da un carbonio stereogenico legato a un gruppo amminico, uno carbossilico e una catena R—, caratteristica per ciascun aminoacido.

A seconda del pH dell'ambiente possono comportarsi sia da acido sia da base.



# Gli amminoacidi, i peptidi e le proteine

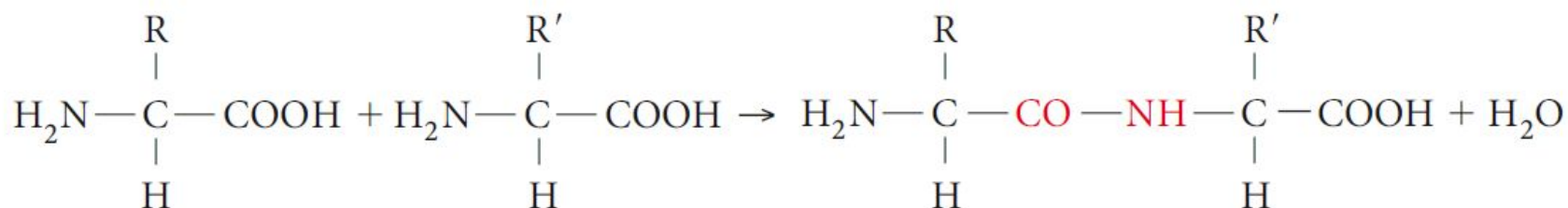
Nome	Abbreviazione	Gruppo —R	Natura gruppo —R
glicina	Gly	—H	apolare
alanina	Ala	—CH <sub>3</sub>	
valina	Val	—CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
leucina	Leu	—CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	
isoleucina	Ile	$\begin{array}{c} \text{—CH—CH}_2\text{—CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
fenilalanina	Phe	—CH <sub>2</sub> —C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	
metionina	Met	—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —S—CH <sub>3</sub>	
prolina*	Pro	$\begin{array}{c} \text{—CH}_2 \\ \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \text{CH}_2 \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{—CH}_2 \end{array}$	
triptofano	Trp		

# Gli amminoacidi, i peptidi e le proteine

Nome	Abbreviazione	Gruppo —R	Natura gruppo —R
serina	Ser	$-\text{CH}_2\text{OH}$	polare neutra
tirosina	Tyr	$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$	
asparagina	Asn	$-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2$	
cisteina	Cys	$-\text{CH}_2\text{SH}$	
glutammina	Gln	$-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}_2$	
treonina	Thr	$\begin{array}{c} -\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	
acido aspartico	Asp	$-\text{CH}_2-\text{COOH}$	acida
acido glutammico	Glu	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	
lisina	Lys	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	basica
arginina	Arg	$\begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\    \\ \text{NH} \end{array}$	
istidina	His	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{HN} \quad \text{CH} \\   \quad   \\ \text{HC}=\quad \text{N} \end{array}$	

# Gli amminoacidi, i peptidi e le proteine

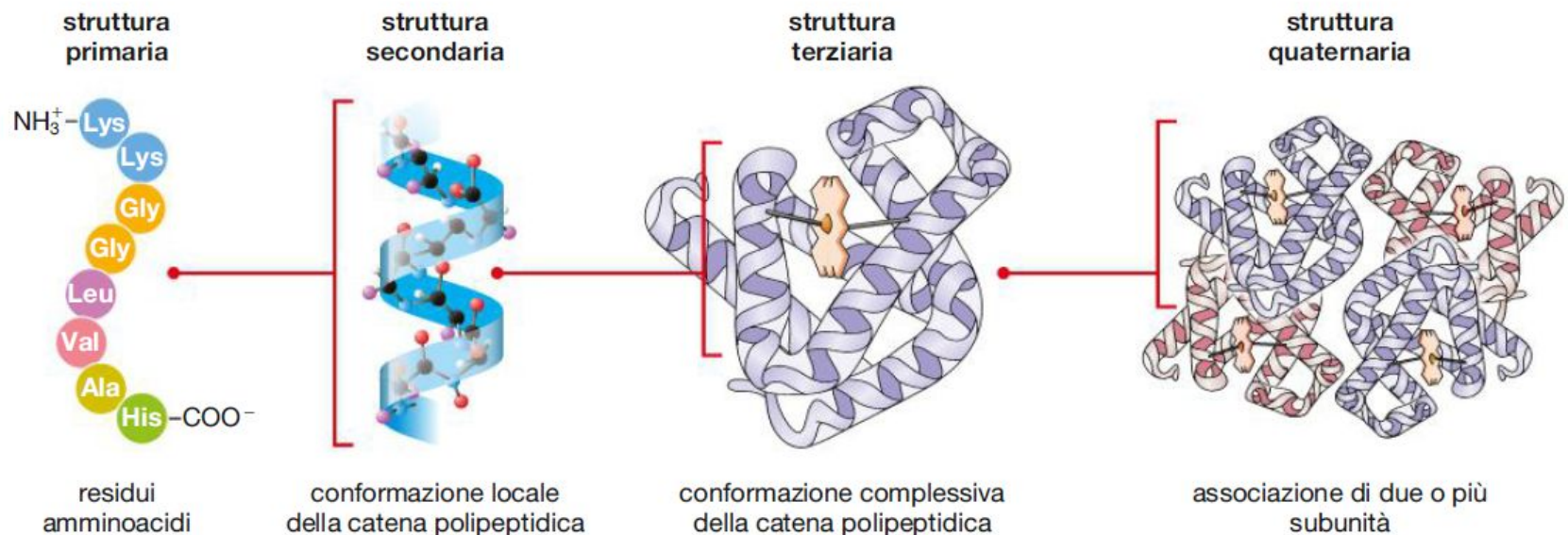
Gli amminoacidi si legano attraverso il **legame peptidico** tra gruppo amminico e carbossilico, con liberazione di una molecola di acqua.



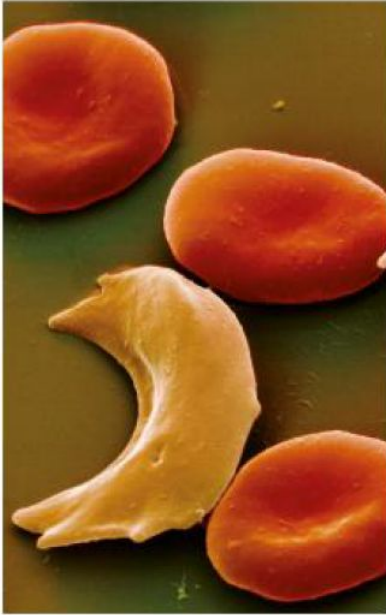
Con i venti amminoacidi più comuni si possono ottenere un numero enorme di proteine diverse. L'evoluzione, però, ha selezionato solo un numero ridotto di combinazioni.

# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

Le proteine hanno quattro livelli di organizzazione di complessità crescente:



# La struttura delle proteine e la loro attività biologica



La **struttura primaria** è data dalla sequenza amminoacidica della catena proteica.

Determina sia la forma sia la funzione che essa svolge, anche una piccola variazione nella sequenza può renderla inattiva.

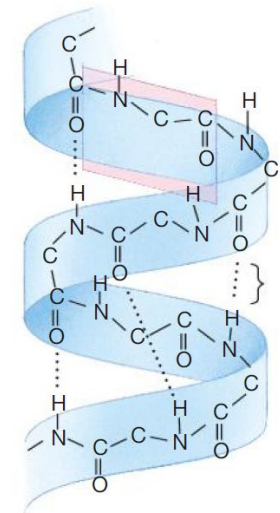
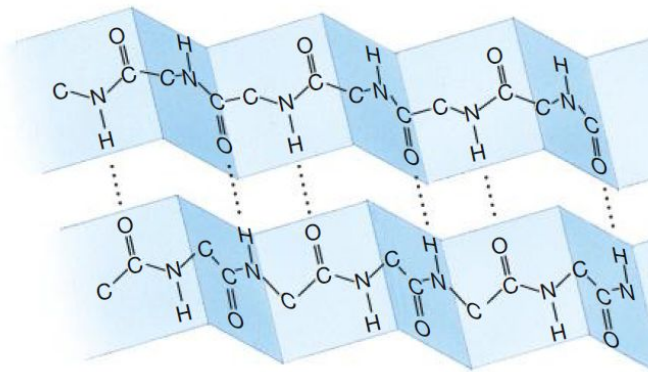
# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

La **struttura secondaria** delle proteine è la configurazione tridimensionale assunta dalle catene polipeptidiche, cioè la loro disposizione nello spazio.

È dovuta a deboli legami a idrogeno che si stabiliscono in una stessa catena fra le anse superiori e quelle inferiori.

Le strutture secondarie più comuni sono:

- **$\alpha$ -elica**
- **foglietto  $\beta$**



# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

La **struttura terziaria** è la conformazione complessiva dovuta all'ulteriore ripiegamento delle catene ad  $\alpha$ -elica o dei foglietti  $\beta$ .

È dovuta all'attrazione elettrostatica tra le catene.

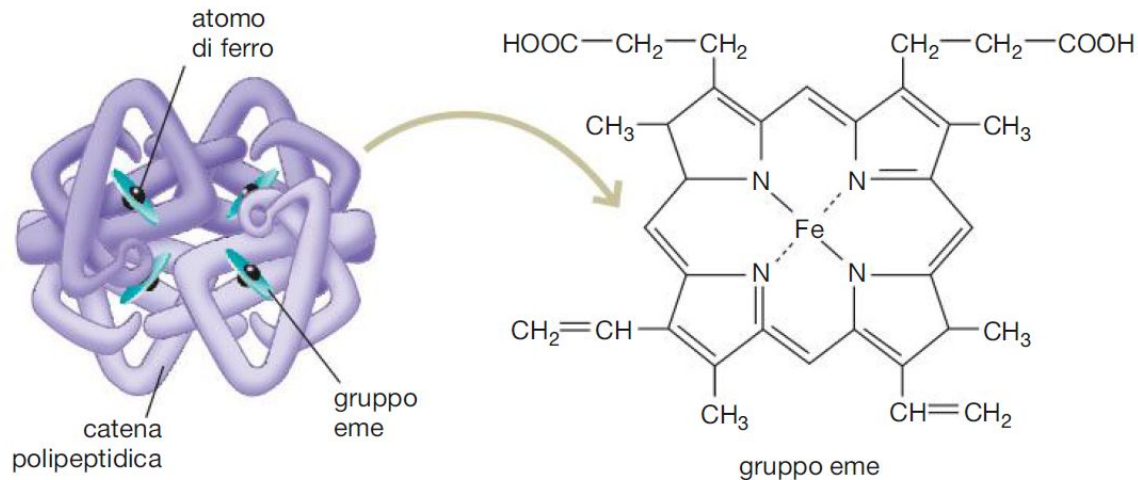
Se la catena ad  $\alpha$ -elica è in ambiente acquoso e contiene alcuni gruppi — R a carattere idrofobico, essa assume l'aspetto di un globulo, in modo che i gruppi idrofili restino a contatto con l'acqua, mentre quelli idrofobici si rivolgono verso l'interno.



# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

La **struttura quaternaria** è caratteristica soltanto di alcune proteine: esse, infatti, devono essere costituite da due o più subunità, che si associano mediante legami elettrostatici.

Un esempio è l'emoglobina, costituita da quattro catene polipeptidiche ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ) disposte a tetraedro.



# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

La forma di una proteina è determinata dalla sua struttura terziaria, che influisce sulle sue proprietà.

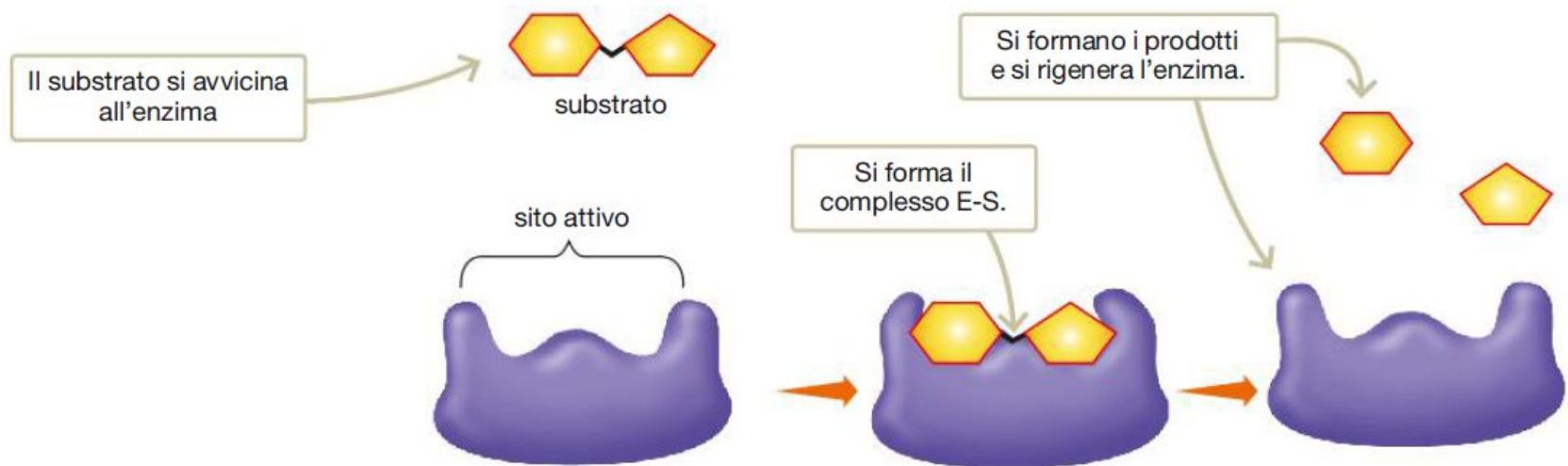
La perdita della *conformazione nativa* (che non riguarda la struttura primaria) è la **denaturazione**.

- **Proteine fibrose:** insolubili in acqua e con una struttura robusta; formano le fibre dei capelli o dei tendini.
- **Proteine globulari:** generalmente solubili in acqua; struttura caratteristica di enzimi, ormoni, proteine di trasporto e proteine regolatrici.

# La struttura delle proteine e la loro attività biologica

Gli **enzimi** sono catalizzatori biologici altamente specifici. Agiscono su molecole dette **substrati**: ogni enzima riconosce solo uno o un gruppo ristretto di substrati.

La regione dell'enzima coinvolta nell'attività catalitica è il **sito attivo**.

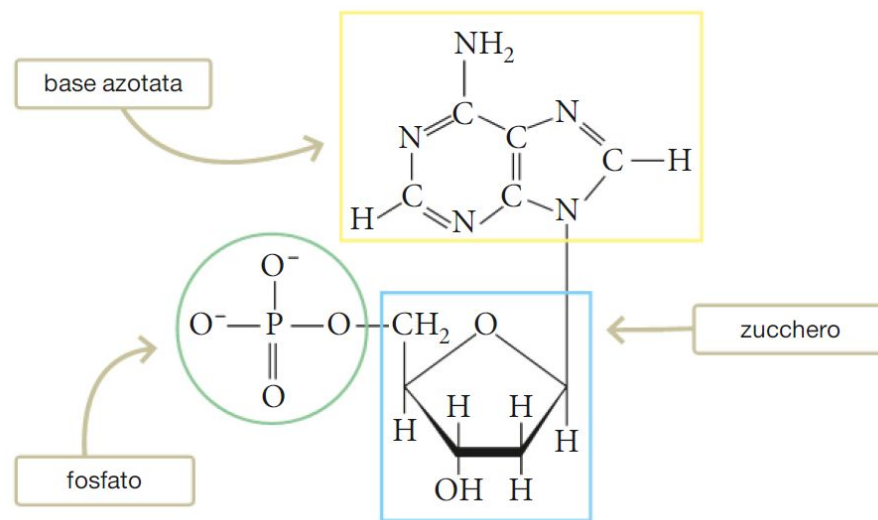


# La chimica degli acidi nucleici

Gli **acidi nucleici**, DNA (acido deossiribonucleico) e RNA (acido ribonucleico), sono i depositari dell'**informazione genetica** e controllano la sintesi delle proteine.

Sono polimeri lineari i cui monomeri sono i **nucleotidi**.

I **nucleotidi** consistono di una base azotata, uno zucchero a cinque atomi di carbonio e un gruppo fosfato.



# La chimica degli acidi nucleici

Le basi azotate del DNA sono:

- basi puriniche → **adenina, guanina**
- basi pirimidiniche → **citosina, timina.**

Nel 1953 James Watson e Francis Crick proposero per il DNA la famosa **struttura a doppia elica**.

Le basi azotate dei due filamenti polinucleotidici sono complementari: l'adenina si lega solo con la timina e la guanina soltanto con la citosina.

