

Observació amb diapositives estereoscòpiques  
d'estructures cristal·lines, biomolècules i  
fotografia aèria



 Generalitat de Catalunya  
Departament d'Ensenyament  
Direcció General  
d'Ordenació Educativa  
Centre de Documentació  
i Experimentació de Ciències

Pg. de la Vall d'Hebron, 64-70  
08023 BARCELONA  
Tel. 417.68.75/417.67.70



OBSERVACIÓ AMB DIAPOSITIVES ESTEREOCÒPIQUES D'ESTRUCTURES CRISTAL·LINES, BIOMOLECULES I FOTOGRAFIA AÈRIA.

1. Introducció.

La utilització de figures estereoscòpiques per a facilitar la comprensió de l'estructura tridimensional dels compostos orgànics i inorgànics en general, i dels cristalls en particular, ha deixat de ser, d'ençà molts anys, una novetat. En efecte, hom pot trobar a la bibliografia especialitzada un nombre molt elevat de figures estereoscòpiques de les substàncies més diverses.

Tantmateix, el seu aprofitament didàctic en nivells no universitaris és força restringit per vèries raons:

- No és freqüent que el professor d'ensenyament secundari tingui accés a la bibliografia al·ludida ja que es troba sovint reclosa en diferents departaments universitaris o en centres de recerca.
- La dotació d'estereoscopis amb que hom pot comptar als centres de BUP i COU és molt migrada en general, entre d'altres raons per la desproporció existent entre el preu d'un estereoscopi, per senzill que sigui, i el rendiment que hom en pot treure en una classe.
- D'altra banda, un estereoscopi pot ser utilitzat per una sola persona la qual cosa suposa que cal tenir-ne una bona colla si hom desitja que un grup d'alumnes pugui treballar-hi.

Raons semblants podrien aportar-se per explicar la poca utilització que hom fa de la fotografia aèria en temes tan presents en la Geologia de BUP i COU com ara són l'estudi de les formes de relleu, la tectònica, l'acció dels agents geològics externs, la preparació i realització d'itineraris geològics, etc.

Tot el que s'ha dit fins ara sembla justificar l'intent de posar en solfa un mètode que permeti prescindir dels estereoscopis com a eina per a l'observació tridimensional. Com s'explica tot seguit, la tècnica és molt semblant a la que hom utilitza a una sala de cinema en la que s'hi projecti una pel·lícula en "tres dimensions". Tant sols cal disposar de dos projectors de diapositives, una col·lecció de dibuixos estereoscòpiques, làmina polaritzadora i una pantalla de projecció.

L'obtenció de les imatges estereoscòpiques d'estructures moleculars o



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

crystalines no presenta cap problema especial, si hom disposa de la bibliografia adequada. Es recomanable utilitzar la pel·lícula Kodalith Orto que dona un contrast molt elevat. El negatiu que s'obté pot ser muntat directament en marquets de diapositives.

La fotografia aèria ofereix, en canvi, alguns problemes suplementaris. En efecte, és imprescindible delimitar molt acuradament, en les dues fotografies consecutives, la zona que hom vol veure en relleu. Si hom no pren aquesta precaució la imatge tridimensional pot resultar molt defectuosa. Aquí és millor utilitzar la pel·lícula Diadirect que dona diapositives en blanc i negre.

Una vegada obtingudes les diapositives estereoscòpiques hom pot passar a muntar el dispositiu que permet observar la imatge tridimensional. Cal procedir de la forma següent:

- Col·locar un retall quadrangular de làmina polaritzadora sobre un suport davant del feix de llum de cada projector de tal manera que una estigui creuada respecte l'altra.
- Amb cartolina cal fer unes quantes ulleres en les que hi col·locarem dos petits retalls quadrangulars de làmina polaritzadora també creuats.
- Projectar tot seguit les dues imatges estereoscòpiques sobre la pantalla de manera que quedin superposades. Tot mirant la pantalla a través de les ulleres podrem observar amb tota claredat una imatge tridimensional.
- Cal advertir que és del tot imprescindible que la pantalla sigui metal·litzada. Hem pogut comprovar que les pantalles blanques despolaritzen la llum, impossibilitant, per tant, l'obtenció d'una imatge tridimensional.

El fonament de l'obtenció de les imatges tridimensionals és relativament senzill: Els models estereoscòpics no són més que dues representacions en el pla que a primer cop d'ull semblen idèntiques però que una observació més atenta les mostra lleugerament girades l'una respecte l'altre. La utilització dels polaritzadors creuats davant dels projectors i en les ulleres té com a finalitat que cada ull rebi tant sols una de les dues imatges. La seva superposició en l'escorça visual del cervell permet crear la il·lusió òptica del relleu. En definitiva no fem altra cosa que imitar el mecanisme mitjançant el qual el nostre sistema visual ens dona imatges tridimensionals del món que ens envolta.

No voldríem acabar aquestes consideracions generals sense agrair la col·laboració de Carles Miravittles i Francesc Gallart de l'Institut "Jaume



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

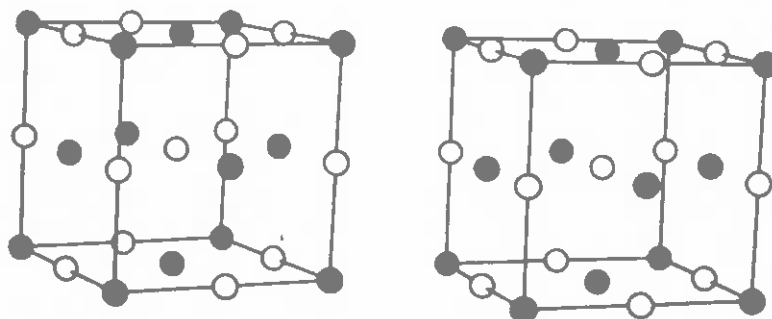
DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

Almera" del C.S.I.C. i de Miquel Gich del Departament de Geomorfologia de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.

## 2. Estructures cristal·lines.

- Diapositiva 1: Estructura tipus Na Cl. (Compostos del tipus AB)



L'estructura del clorur de sodi serveix com a model d'una bona part de compostos en els quals la relació catió/anió és 1:1. (A més de la sal aquesta estructura la presenta també, per exemple, la galena)

Com pot observar-se, els àtoms de Na i Cl alternen en les tres direccions de l'espai formant cubs de cares centrades, desplaçats entre si a la distància  $1/2$ . Tant pel Na com pel Cl el número de coordinació és 6 i el poliedre de coordinació, un octaedre.

Es interessant comptar el número total d'àtoms que apareixen a la cel·la per tal de constatar que la proporció 1:1 entre anions i cations no es fa evident d'una manera immediata:

- + El número total d'àtoms de Na és 14, 8 als vèrtex i 6 als centres de cada cara.
- + El número total d'àtoms de Cl, en canvi és 13, 12 al centre de les arestes i 1 al centre de la cel·la.



GENERALITAT DE CATALUNYA

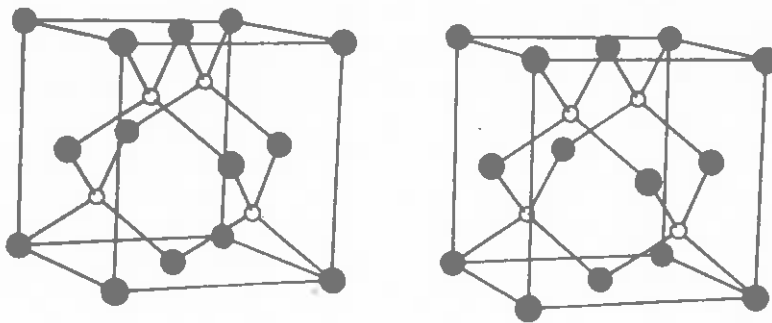
DEPARTAMENT D'ENSNYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

A primer cop d'ull, doncs, no es compleix la proporció. La causa d'aquesta aparent anomalia és que els atòms d'una cel.la formen part també de les cel.lles veïnes. Ens cal saber, doncs, quants atòms podem realment adjudicar a cada cel.la:

- + Un vèrtex és compartit per 8 cel.lles. Per tant, dels 8 atòms de Na col.locats als vèrtex en correspon 1 (8/8) a la cel.la considerada.
  - + Una cara és compartida per dues cel.lles. Així doncs, dels 6 atòms de Na col.locats al centre de les cares en corresponen 3 (6/2) a la nostra cel.la. En definitiva són 4 (1+3) els atòms de Na que hom pot adjudicar a cada cel.la.
  - + Comptem ara els atòms de Cl: Una aresta és compartida per 4 cel.lles. Per tant, dels 12 atòms de Cl col.locats a les arestes en corresponen 3 (12/4) a la nostra cel.la. Si hi afegim l'àtom de Cl que es troba al centre de la cel.la n'obtenim 4.
  - + La proporció, doncs, és efectivament 1:1 (4:4)
- Diapositiva 2: Estructura tipus Blenda. (Compostos del tipus AB)



En el cas de la Blenda (Zn S), es dona també una proporció 1:1 entre cations i anions però l'arquitectura de la cel.la és força diferent.

Un tipus d'ions, per exemple els anions ( $S^{-2}$ ), formen un cub de cares centrades. Els cations ( $Zn^{+2}$ ) estan localitzats a l'interior del cub en coordinació tetraèdrica amb els anions.

Tot i que no pot comprovar-se directament en aquesta diapositiva, no és difícil d'imaginar-se que cada àtom de S està també en coordinació tetraèdrica amb 4 atòms de Zn.



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

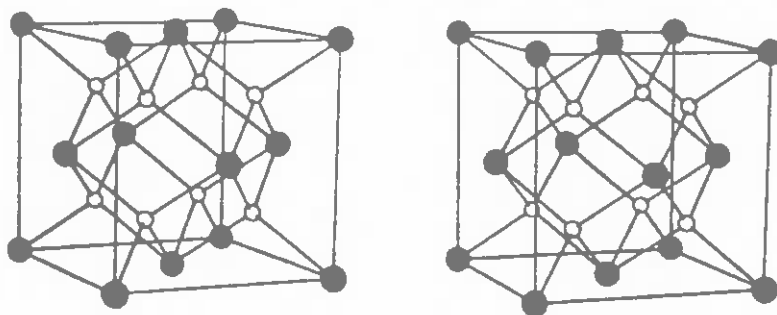
Seguint el mètode ja explicat pel cas de la sal, hom pot comprovar que a cada cel.la corresponen 4 àtoms de S i 4 de Zn (1:1).

- Diapositiva 3: Estructura tipus fluorita (Compostos del tipus  $AB_2$ ).

L'estructura de la fluorita és relativament semblant a la de la blenda. Els cations ( $Ca^{2+}$ ) estan col.locats formant un cub de cares centrades. Els vuit anions ( $F^-$ ) es troben enterament dins la cel.la en coordinació tetraèdrica amb els cations ( $Ca^{2+}$ ).

Noteu que, per la seva banda, els àtoms de Ca ocupen els centres dels cubs que poden definir-se amb quatre àtoms de F de la cel.la considerada i quatre més d'una cel.la veïna. Així doncs, la coordinació pel Ca és 8.

Val la pena constatar, una vegada més, que la proporció entre cations i anions és 1:2.



L'estructura tipus fluorita, tot i que no està tan extesa com la de la sal, és prou freqüent entre els minerals. L'uraninita n'és un bon exemple.

- Diapositiva 4: Empaquetat dens, primera capa.

Quan tots els àtoms d'una substància són idèntics, la seva estructura cristal.lina està sovint determinada per la tendència a ocupar l'espai de la manera més eficient possible, això és, deixant el mínim espai buit.

L'estructura que en resulta és s'anomena empaquetat dens o compacte i és característic dels metalls.

En aquesta diapositiva hi ha representada la primera capa. Com pot observar-se cada àtom està envoltat per 6 tangents entre sí.

(Cal advertir que entractar-se d'una sola capa i estar els àtoms representats per cercles i no per esferes, no hi ha relleu. Per això tant sols hi



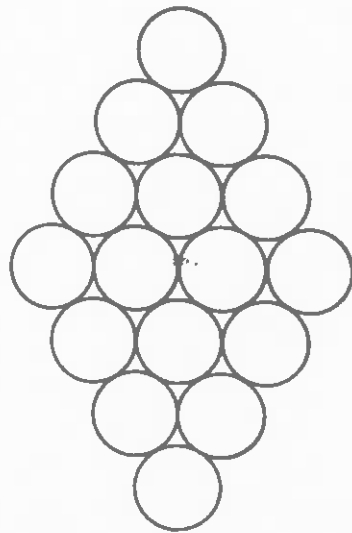
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

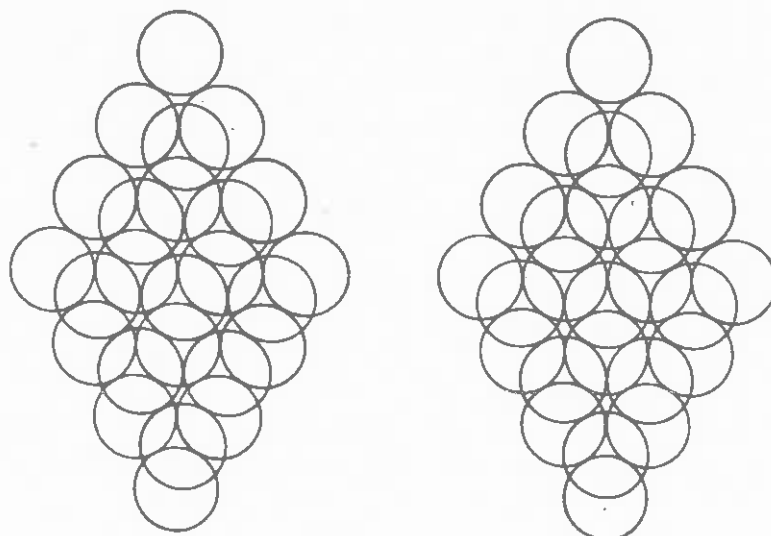
Centre de Documentació i Experimentació

ha una diapositiva i no cal, doncs, utilitzar les ulleres.



- Diapositiva 5: Empaquetat dens, primera i segona capa.

Construïda la primera capa, els àtoms de la segona es disposen tangents entre sí i als de la capa inferior de tal manera que cada àtom de la segona capa es disposa precisament en el buit que deixen els àtoms de la primera capa. En efecte, a la diapositiva pot comprovar-se com el centre dels àtoms de la segona capa coincideix amb els espais lliures delimitats pels àtoms de la primera.





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

La col·locació de la tercera capa pot fer-se de dues maneres diferents la qual cosa determina dos tipus possibles d'empaquetats: l'hexagonal i el cúbic.

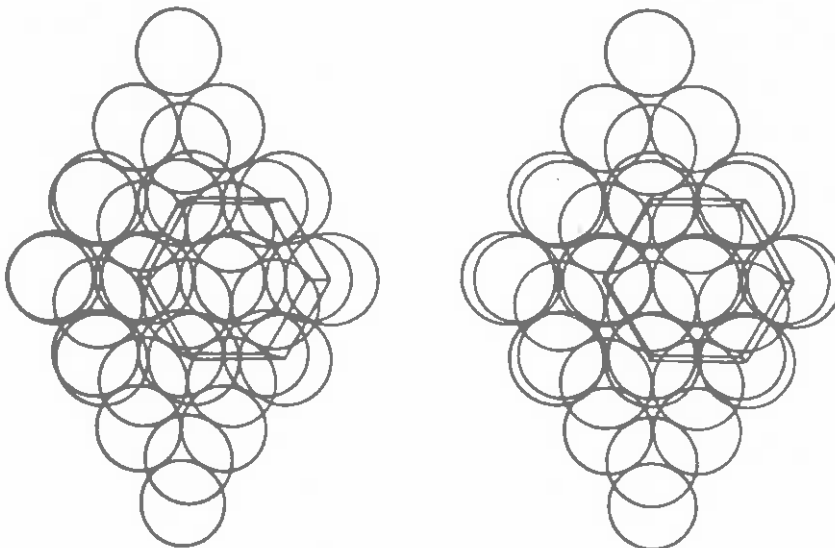
- Diapositiva 6: Empaquetat hexagonal.

En aquest cas la tercera capa es situa exactament damunt la primera. (A la diapositiva apareix lleugerament desplaçada cap a la dreta perquè pugui ser observada)

La simetria hexagonal es posa de manifest pel prisma hexagonal que pot observar-se a la dreta de la diapositiva. Noteu que les bases del prisma poden definir-se unint els centres de sis àtoms de la primera capa i sis més de la tercera.

Podríem seguir apilant noves capes de tal manera que la quarta coincidiria amb la segona, la cinquena amb la tercera, etc. Així doncs, l'empaquetat hexagonal pot ser definit com un model alternant ABABAB...

Mg i Zn són dos metalls que presenten aquest tipus d'estructura.



- Diapositiva 7: Empaquetat cúbic.

L'altra manera possible de construir la tercera capa d'un empaquetat dens és situar-la de forma que els centres dels àtoms de la tercera capa es col·loquin al damunt dels espais buits deixats per la primera i que no havien estat ocupats ja per la segona.





GENERALITAT DE CATALUNYA

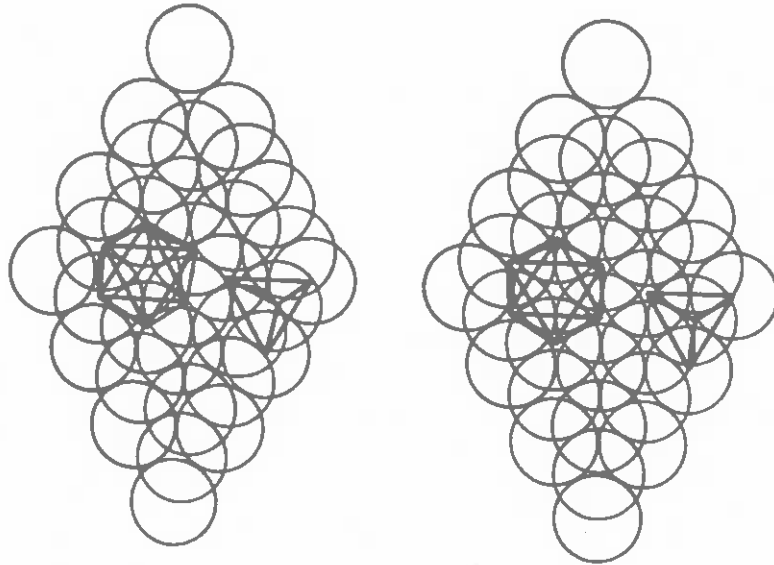
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

La simetria cúbica es posa de manifest mitjançant dues figures:

- + A la dreta de la diapositiva s'hi ha representat un tetraedre amb tres vèrtex situats als centres de tres àtoms de la primera capa i el quart vèrtex al centre de l'àtom de la segona capa que ocupa l'espai buit deixat pels tres àtoms de la primera.
- + A l'esquerra hi ha un octaedre amb tres vèrtex al centre de tres àtoms de la segona capa i els altres tres al centre de tres àtoms de la tercera.



Si continuem apilant noves capes, la quarta ha de coincidir amb la primera, la cinquena amb la segona, etc. Obtenim doncs, un model alternant ABCABC...

Au, Ag, Cu, Pt, presenten aquest tipus d'empaquetat. Val la pena d'advertir que és molt freqüent que en parlar del tipus d'estructura d'aquests metalls s'indiqui que presenten una cel·la cúbica de cares centrades. A primer cop d'ull no és fàcil reconèixer en una cel·la cúbica de cares centrades un empaquetat cúbic. Per a fer-ho cal mirar la cel·la cúbica des d'un pla perpendicular a l'eix terciari del cub. Això fent, hom pot identificar, efectivament, l'empaquetat cúbic.



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

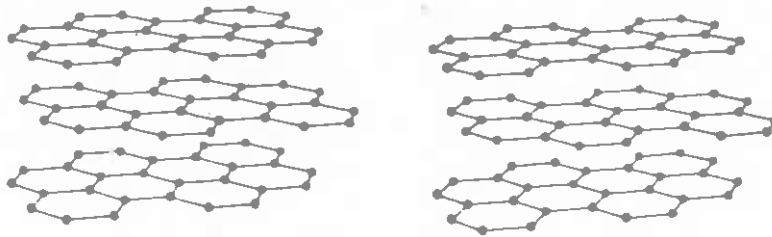
- Diapositiva 8: Grafit.

El grafit, una de les dues formes al·lotròpiques del carboni, presenta els àtoms formant anells hexagonals disposats en plans cada un dels quals recorda, per dir-ho de manera ben casolana, una xarxa d'un galliner.

Cada àtom de carboni està unit covalentment amb tres veïns pròxims situats a 1'41 Å.

La distància entre els diferents plans és notablement més gran, 3'45 Å. D'altra banda, la unió entre els plans està encomanada a forces de Van der Waals, molt més dèbils que un enllaç covalent. Com a resultat d'aquestes dues característiques, els plans són susceptibles de lliscar un sobre l'altre amb relativa facilitat. Per això el grafit és exfoliable en làmines.

La capacitat dels plans de lliscar l'un damunt l'altre té, entre d'altres, una aplicació ben coneguda: les mines de llapis. En efecte, quan escribim amb un llapis, els plans del grafit llisquen l'un sobre l'altre i "cauen" damunt del paper.



- Diapositiva 9: Diamant.

El diamant és l'altra forma al·lotròpica del carboni. En aquest cas, cada àtom està unit covalentment amb quatre més col·locats al vèrtex d'un tetraedre. Cada un d'aquests àtoms, al seu torn, està en coordinació tetraèdrica amb quatre àtoms més.

D'aquesta manera es crea una xarxa tridimensional que, en un cristall de diamant, conté un elevat nombre d'àtoms de carboni units covalentment. Ratllar un diamant suposaria trencar molts d'aquests enllaços. Per aquest



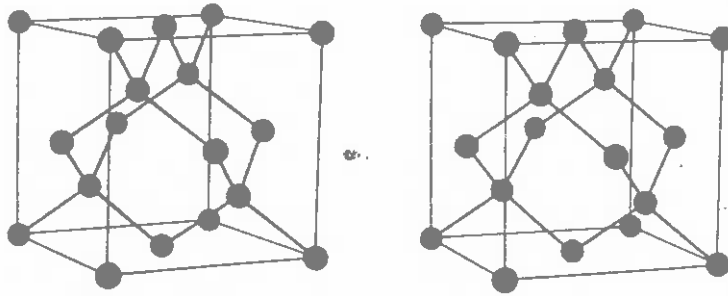
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

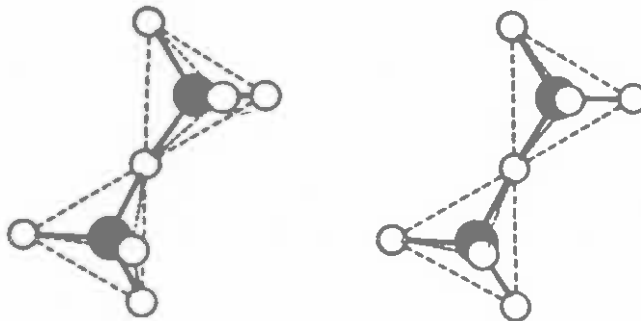
motiu el diamant és tan dur.



- Diapositiva 10: Sorosilicats.

Com és sabut, l'element estructural bàsic dels silicats és el tetraedre  $\text{SiO}_4^{4-}$ . El silici es situa en el centre d'un tetraedre de 2,6 Å d'aresta amb els vèrtex ocupats pels oxígens. Aquests tetraedres s'uneixen entre sí pels vèrtex compartint oxígens i formant unitats estructurals d'ordre superior que caracteritzen els diferents tipus de silicats: nesosilicats, ciclosilicats, inosilicats, filosilicats i tectosilicats.

No hem inclòs cap diapositiva corresponent als nesosilicats (tetraedres aïllats) ni als filosilicats (tetraedres en capes). Recordem, tantmateix, que entre els primers hi ha minerals tan coneguts com el beril·le i els granats i entre els segons, les miques, el talc i els minerals argilosos



Pel que fa als sorosilicats, representats en aquesta diapositiva, l'element estructural d'ordre superior resulta de l'agrupació de dos tetraedres



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

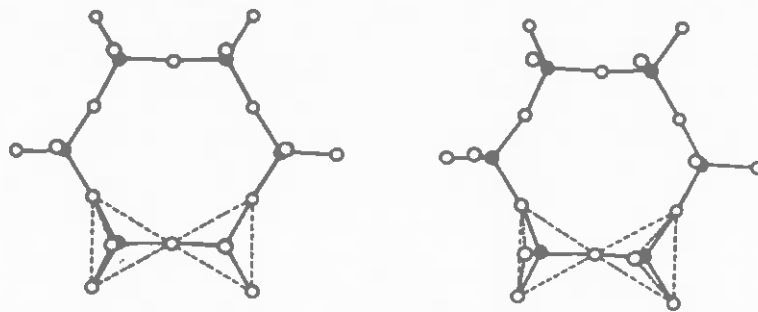
que s'uneixen compartint un dels seus oxígens per un vèrtex. Aquest element estructural,  $(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$ , pot coexistir en l'estructura amb tetraedres aïllats  $(\text{SiO}_4)^{4-}$ . Els elements estructurals d'un i altre tipus s'uneixen entre sí mitjançant cations.

Els sorosilicats comprenen unes 85 espècies minerals entre les que cal destacar l'epidota i l'idocrasa.

- Diapositiva 11: Ciclosilicats.

Els elements estructurals d'ordre superior estan constituïts per anells formats per la unió de tres, quatre, sis tetraedres originant, respectivament, grups  $(\text{Si}_3\text{O}_9)^{6-}$ ,  $(\text{Si}_4\text{O}_{12})^{8-}$ ,  $(\text{Si}_6\text{O}_{18})^{12-}$ . Aquests anells s'uneixen entre sí mitjançant cations i els cristalls resultants seran de simetria romboèdrica, tetragonal o hexagonal segons l'element estructural corresponent.

A la diapositiva hi ha representat un element estructural format per sis tetraedres.



Els ciclosilicats comprenen unes 45 espècies minerals entre les que cal esmentar la turmalina i la wollastonita (anells de tres tetraedres), i el beril·le (anells de sis tetraedres).

- Diapositives 12 i 13: Inosilicats (Piroxens i Anfíbols).

L'estructura d'aquests minerals conté cadenes de tetraedres units entre sí pels vèrtex, quedant dos oxígens lliures de cada tetraedre per enllaçar-se amb cations. Les cadenes poden ser senzilles o dobles, essent aquesta



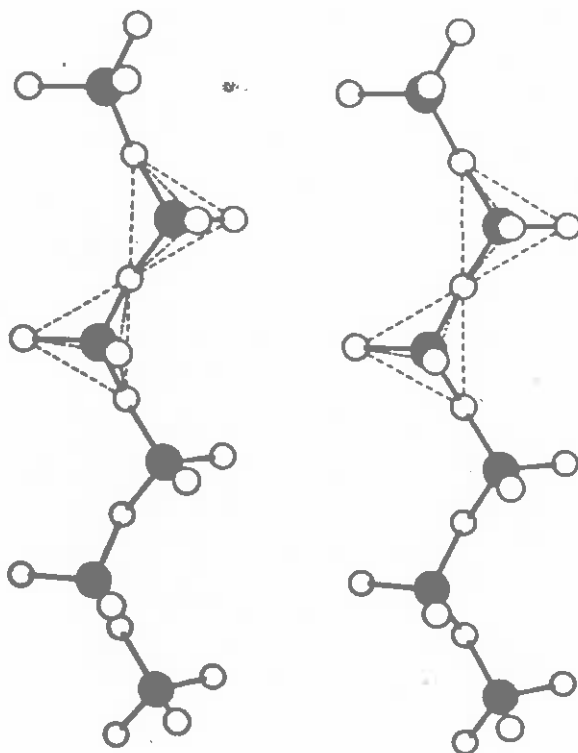
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

la diferència essencial entre piroxens i anfíbols. Les cadenes estan unides per cations i es disposen paral·lelament al tercer eix cristal·logràfic. Aquest fet determina una exfoliació perfecta segons les cares del prisma vertical.



Entre els piroxens els minerals més importants són l'augita i el diòpsid (piroxens monoclíncics) i l'enstatita (piroxè ròmbic).

Pel que fa als anfíbols cal citar l'actinolita, la tremolita i l'hornblenda, tots ells monoclíncics.

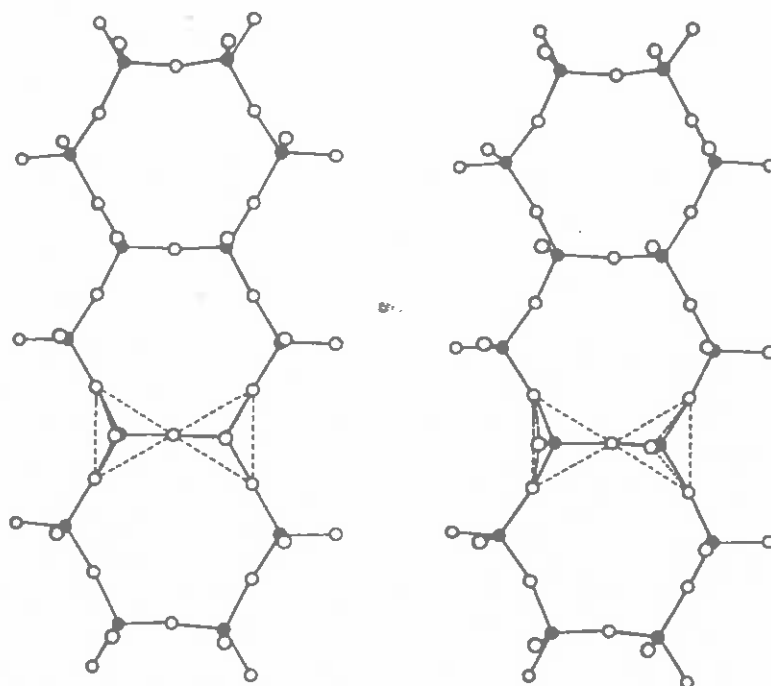


GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

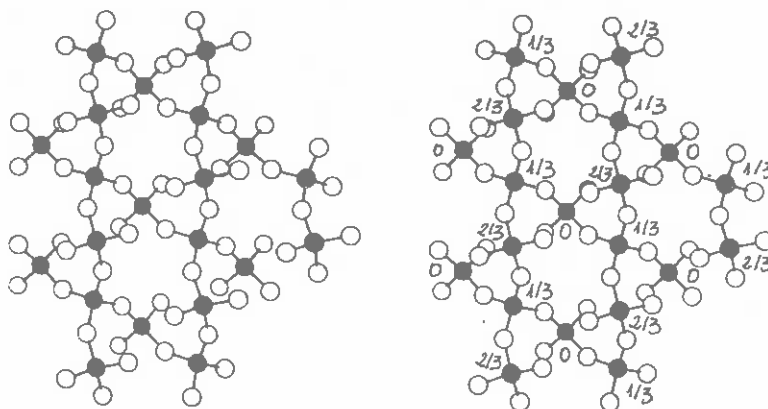
Centre de Documentació i Experimentació



Diapositiva 14: Tectosilicats.

En aquest grup de silicats els tetraedres s'uneixen entre sí formant un edifici tridimensional que pot o no tenir valències lliures: el quars té una estructura sense valències lliures en tant que els feldespats tenen càrregues repartides en la seva estructura degut a la substitució del Si per Al en alguns tetraedres.

El quars, una part de l'edifici del qual està representat en aquesta diapositiva, pot presentar-se en una colla de varietats polimòrfiques. Recordem-ne les més importants:





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

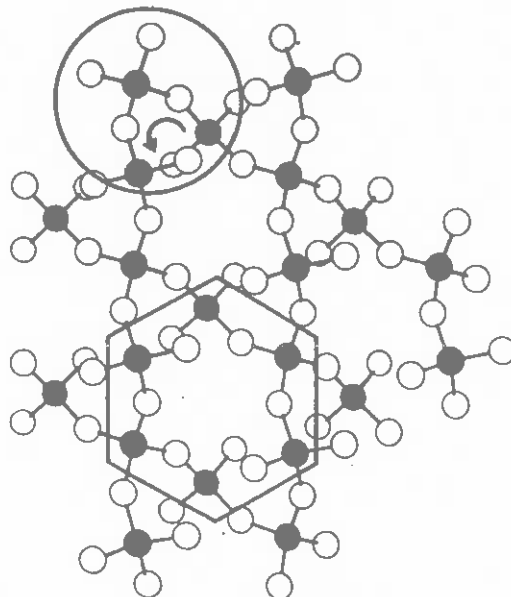
- + Quars- $\alpha$ : Estable a temperatura ambient i per sota de 573°C.
- + Quars- $\beta$ : Estable entre 573 i 870°C. Pot existir, metaestable, per damunt de 870°C.
- + Tridimita- $\beta_2$ : Estable entre 870°C i 1470°C.
- + Cristobalita- $\beta$ : Estable des de 1470°C fins al punt de fusió a 1713°C.

El quars de la diapositiva és, concretament el  $\beta$ .

Val la pena parar atenció a aquesta imatge perquè ens servirà per entendre millor les tres diapositives següents. A la figura que reproduïm en aquesta plana hem col·locat al costat de cada àtom de Si un número: 0, 1/3, 2/3. Tot i que a la imatge tridimensional els Si no estan numerats, no us serà difícil comprovar que els tetraedres corresponents als números citats es troben en tres plans: el plà inferior està format per "tetraedres 0", el mig per "tetraedres 1/3" i el superior per "tetraedres 2/3".

Fixeu-vos també, que si partim d'un tetraedre assenyalat amb un 0 i girim cap a l'esquerra trobarem 2 tetraedres situats en una espiral a distàncies 1/3 i 2/3 respectivament. Si continuéssim construint l'edifici, trobaríem un quart plà constituït per tetraedres situats exactament al damunt dels del primer plà. En aquest cas doncs, l'espiral és levògira.

La mateixa estructura però amb les espirals cargolades cap a la dreta o riginen cristalls dextrògirs. Aquest és el fonament estructural del poder rotatori del quars consistent en desviar el pla de vibració de la llum polaritzada cap a la dreta o l'esquerra.





GENERALITAT DE CATALUNYA

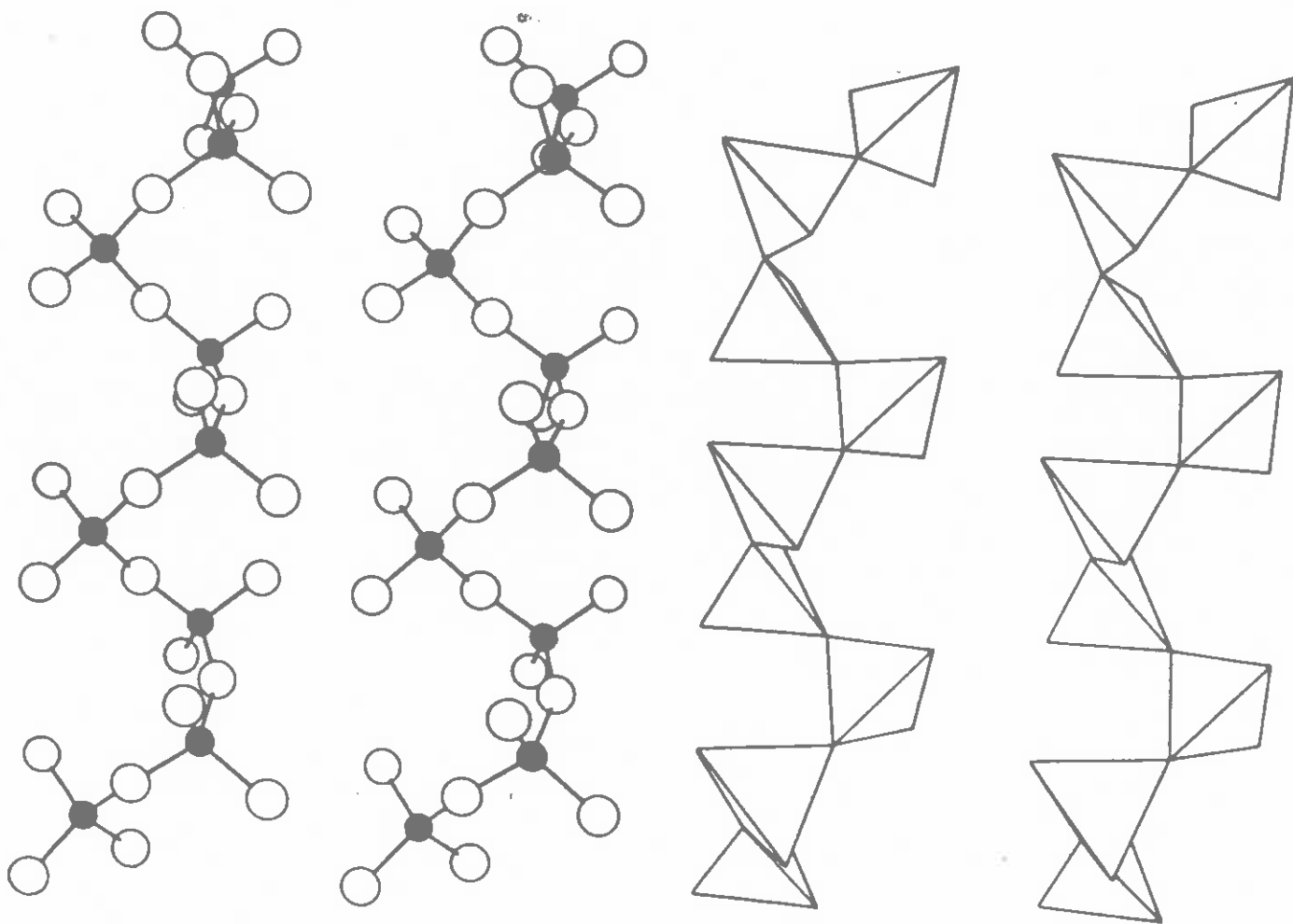
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

- Diapositiva 15: Quars dextrògir.

Si en l'anterior diapositiva observàvem una part de l'edifici del quars vist des de dalt, en aquesta imatge contemplem una hèlix de quars dextrògir, aïllada i vista perpendicularment a la imatge anterior.



- Diapositiva 16: Quars dextrògir.

Diapositiva equivalent a l'anterior. En lloc dels àtoms s'han representat els tetraedres.





GENERALITAT DE CATALUNYA

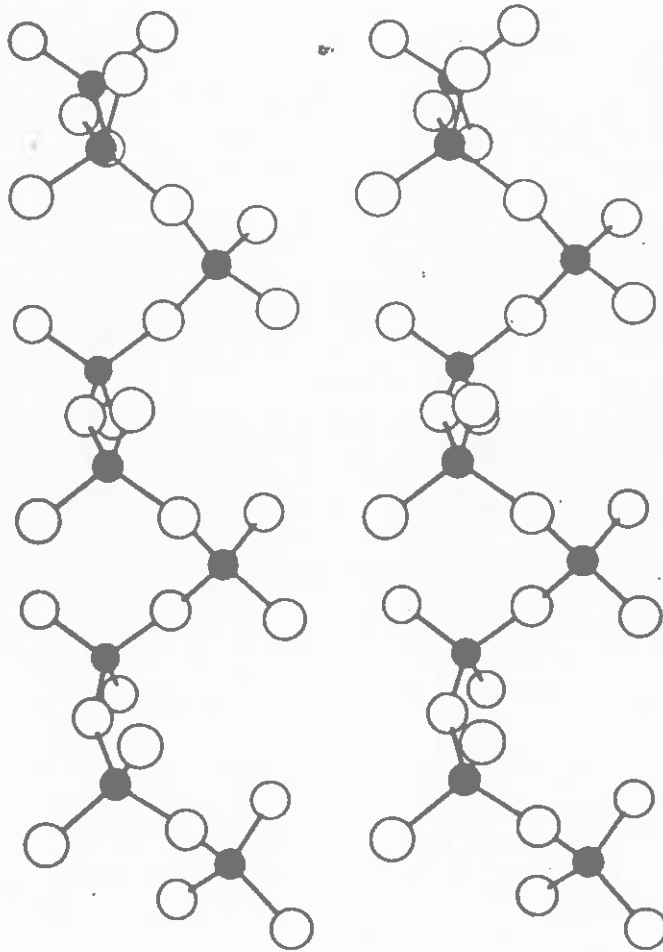
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

- Diapositiva 17: Quars levògir.

Representació tridimensional d'una hèlix levògira.





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

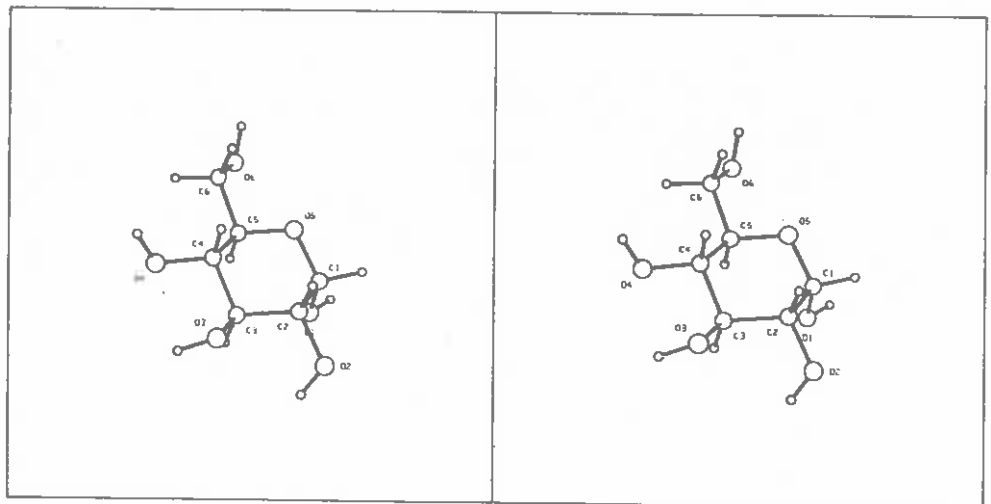
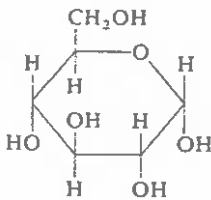
Centre de Documentació i Experimentació.

3. Biomolècules.

= Diapositiva 1:  $\alpha$ -D Glucosa.

Com és sabut, les fórmules de projecció de Haworth són utilitzades correntment per a representar la configuració en l'espai de les fórmules cícliques dels monosacàrids. Aquestes projeccions, tot i que són còmodes, resulten notablement confuses ja que suggereixen que els anells són plans amb els hidrògens i oxhidrils col·locats per damunt o per sota d'aquest pla.

La realitat és que l'anell de piranosa pot existir en dues conformacions espaials: la de "cadira" i la de "nau". La primera és molt més estable que la segona i, probablement, predomina en els glúcids naturals.



A la imatge tridimensional pot comprovar-se, a més de la forma de cadira, que els H i OH de cada carboni no són geomètricament equivalents. Es poden agrupar, en efecte, en dues classes, denominades axial i equatorial. Fixem-nos, per exemple, en el C<sub>2</sub>: L'enllaç C<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> està en el pla de la pantalla (equatorial), en tant que l'enllaç C<sub>2</sub>-H sobresurt de la pantalla (axial). Pot constatar-se fàcilment que l'existència d'enllaços axials i equatorials es reproduïx a cada carboni.

La posició axial o equatorial d'un oxhidril, d'altra banda, en condicio-



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

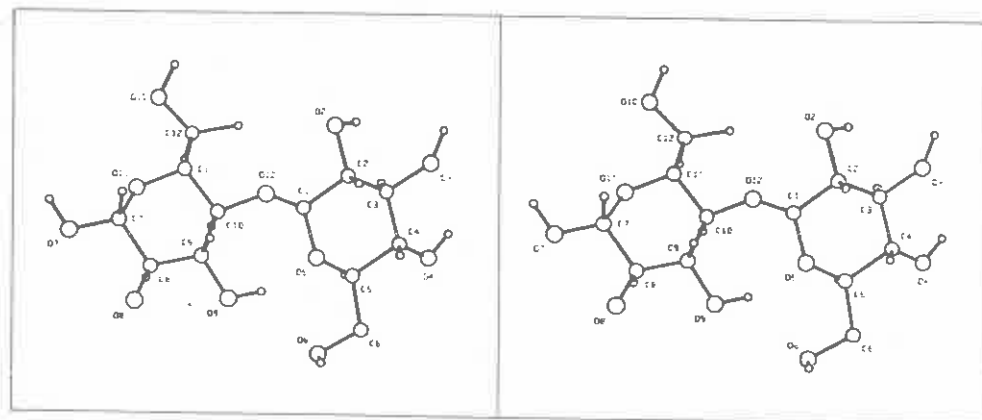
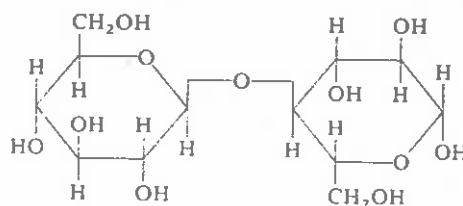
Centre de Documentació i Experimentació

na el comportament químic. En efecte, els grups oxhidril equatorials s'es-  
terifiquen molt més fàcilment que els axials.

Diapositiva 2:  $\beta$ -Celobiosa.

La celobiosa resulta de la unió per un enllaç glucosídic  $\beta$ -(1-4) entre  
dues glucoses. La imatge tridimensional que es pot observar en aquesta dia-  
positiva no és, certament, fàcil de lligar amb la representació en el pla  
que es fa seguint les fórmules de projecció de Haworth. Veiem-ne els mo-  
tius:

- + La glucosa que apareix a la dreta correspon a la que normalment  
es representa a l'esquerra i viciversa.
  - + La numeració dels carbonis que apareix a la diapositiva enterboleix una  
mica més la interpretació. En efecte, els Carbonis 7, 8, 9, 10, 11 i 12  
corresponen als carbonis 1, 2, 3, 4, 5 i 6 de la segona molècula de glu-  
cosa. Si hom té present aquest detall és més fàcil visualitzar que l'en-  
llaç entre les dues molècules és del tipus 1-4.
  - + Al C<sub>1</sub> no hi ha representat l'hidrogen corresponent.
- Per tal de facilitar una mica la interpretació, els oxígens apareixen de  
color vermell.





# GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

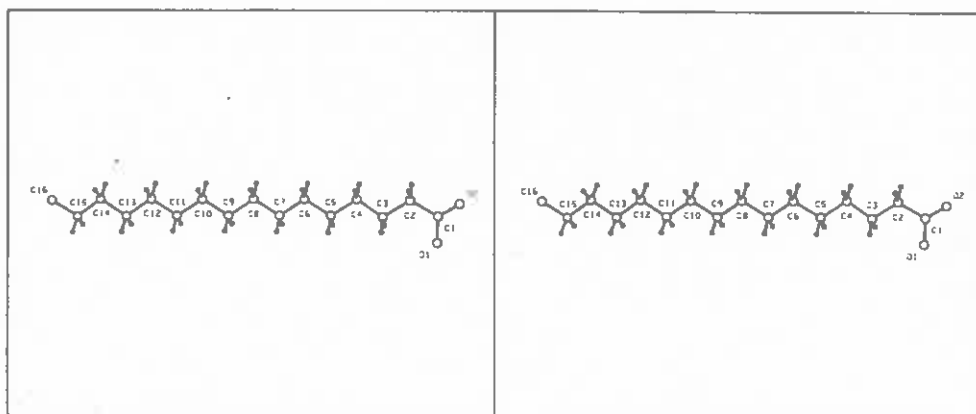
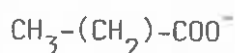
DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

## Diapositiva 3: Acid Palmític. Diapositiva 4: Acid Oleic.

Els àcids grassos saturats, com el palmític, i els insaturats, com l'oleic, difereixen notablement en les seves configuracions estructurals. + En els primers, les cadenes hidrocarbonades poden existir en un nombre in finit de conformacions ja que cada un dels enllaços de l'esquelet carbonat té una total llibertat de rotació. Consideracions físico-químiques relativament senzilles expliquen per què la forma reproduïda a la diapositiva és la mínima energia, això és, la més estable i, per tant, la que presenten els àcids grassos naturals saturats.

Noteu la disposició en ziga-zaga dels àtoms de carboni, l'angle entre dos carbonis és de  $111^\circ$ , i la col·locació alternant dels hidrògens per damunt i per sota de l'esquelet carbonat.



+ Els àcids grassos no saturats presenten, en canvi, una estructura diferent caracteritzada per la presència d'una part rígida en les seves cadenes hidrocarbonades degut a la incapacitat de rotació del doble enllaç.

Els dobles enllaços poden donar configuracions cis o trans. La primera produeix en els àcids grassos un angle d'uns  $30^\circ$  en la cadena alifàtica en tant que la segona té una configuració semblant a les cadenes saturades.

Les formes cis són menys estables i poden convertir-se en les trans escalfant en presència de determinats catalitzadors. D'aquesta manera, l'à



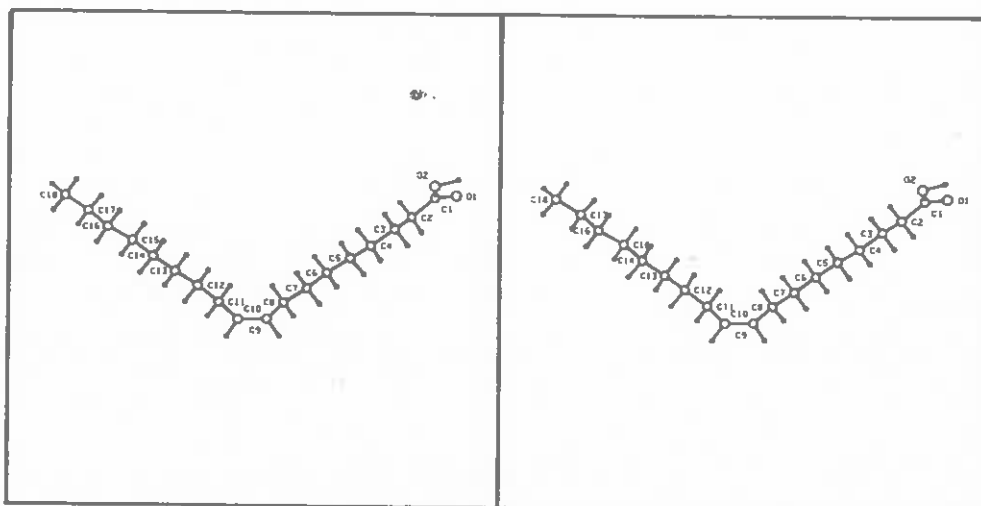
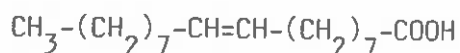
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

cid oleic, representat en aquesta diapositiva, pot convertir-se en el seu isòmer, l'àcid elàidic, que té un punt de fusió molt més elevat.



Tant a la diapositiva corresponent al palmític com a la de l'oleic, els o xígens del grup carboxil apareixen de color vermell. Noteu que a l'àcid oleic el grup carboxil és complet (-COOH) en tant que al palmític hi manca l'hidrogen tractant-se, doncs, d'un palmitat.

- Diapositiva 5: Triacilglicèrid.

Els ésters dels àcids grassos amb glicerina reben el nom d'acilglicèrids, greixos neutres o glicèrids. Quan els tres grups hidroxil de la glicerina estan esterificats l'estructura reb el nom de triacilglicèrid. Hi ha molts tipus diferents de triacilglicèrids d'acord amb la identitat i posició dels tres àcids grassos components que esterifiquen la glicerina.

Els que contenen una sola classe d'àcid gras reben el nom de triacilglicèrids senzills. Aquest és el cas de l'exemple de la diapositiva on l'àcid gras és el lauric.

Pot observar-se la típica estructura en "forca" característica de molts triacilglicèrids. Els carbonis C<sub>38</sub>, C<sub>37</sub>, C<sub>39</sub>, pintats de verd, corresponen a la glicerina. Observeu que formen un angle, concretament de 116°. La disposició en l'espai d'aquests tres àtoms condiciona la situació de les cade



GENERALITAT DE CATALUNYA

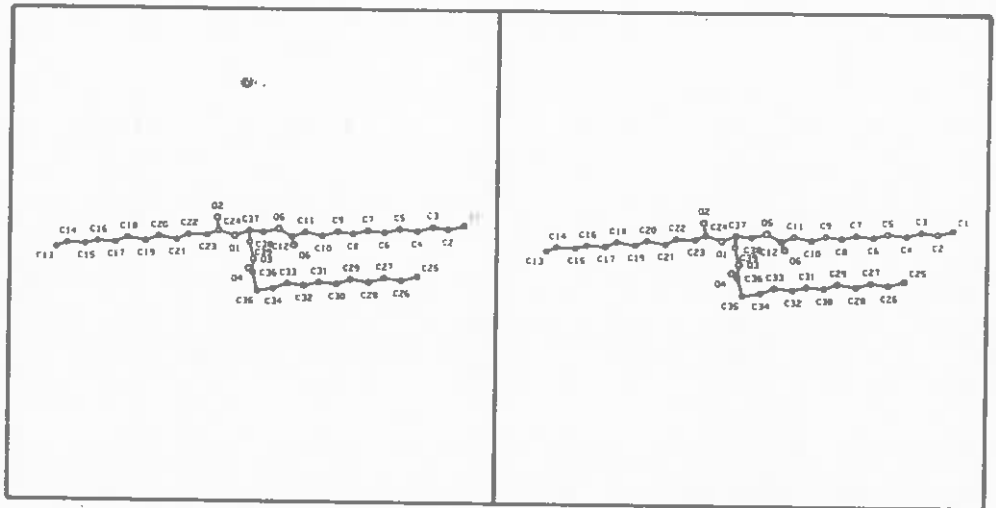
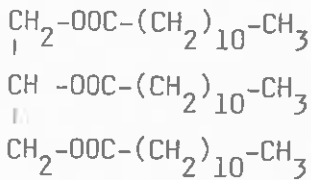
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació.

nes carbonades dels àcids grassos.

Els oxígens, de color vermell, corresponen als grups carboxil de cada àcid gras.



- Diapositiva 6: - Carotè.

Els terpens figuren entre els components lipídics més senzills presents a les cèl.lules. Resulten de la polimerització d'un hidrocarbur de 5 àtoms de Carboni, l'isoprè,  $\text{CH}_2\text{=C(CH}_3\text{)-CH=CH}_2$  (2 metil- 1,3 butadiè).



Els terpens que contenen dues unitats d'isoprè s'anomenen monoterpens, els de tres, sesquiterpens i els de quatre, sis i vuit unitats reben els noms de diterpens, triterpens i tetraterpens, respectivament.

Els carotenoides són terpens formats per vuit unitats d'isoprè (tetra-terpens).

La figura reproduïda a la plana següent correspon a la molècula del -Carotè. Les línies que s'hi representen separen unitats d'isoprè.

A la imatge tridimensional, les unitats d'isoprè apareixen alternativament de color blanc i vermell.

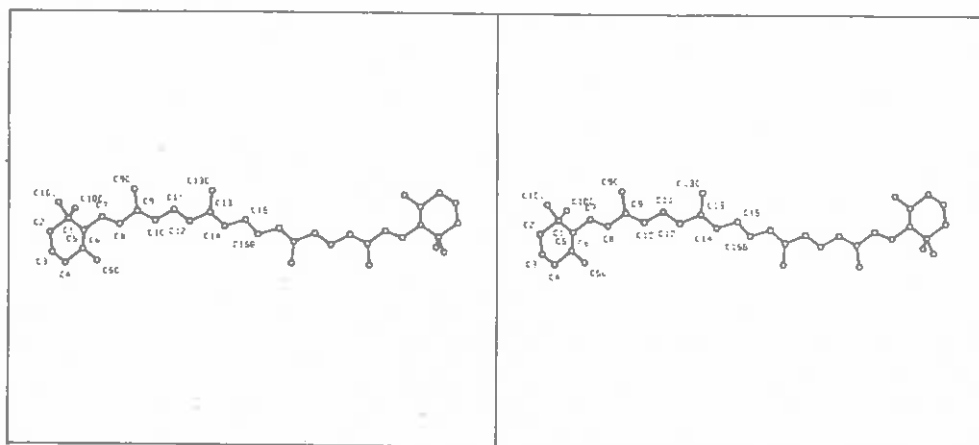
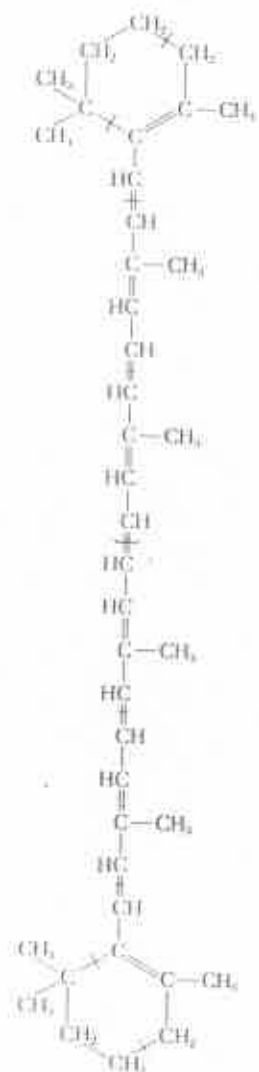


GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació



- Diapositiva 7: Prolina. Diapositiva 8: Fenilalanina.

Com és sabut, els aminoàcids es classifiquen d'acord amb la naturalesa del grup R. Es distingeixen quatre grups principals: no polars o hidròfobes, polars, però sense càrrega, amb càrrega positiva, i amb càrrega negativa (a pH 6,0-7,0 que és la zona del pH intracel·lular).

Prolina i fenilalanina són dos representants del primer grup caracteritzat per la presència de residus no polars.



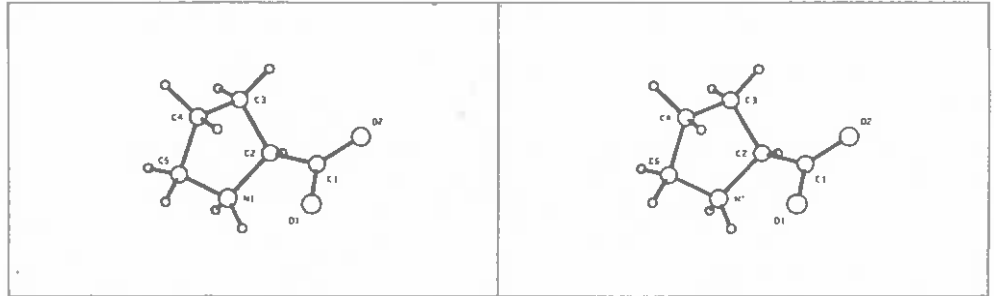
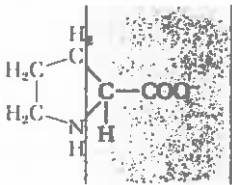
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

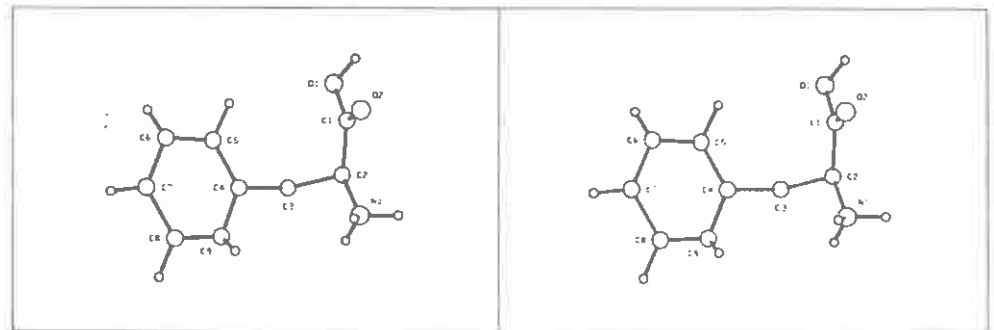
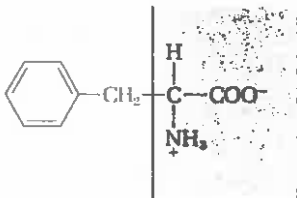
Centre de Documentació i Experimentació

La prolina és un aminoàcid una mica particular. En efete, tots els aminoàcids tenen, a més del grup carboxil, un grup amina lliure, no substituït, unit al Carboni . A la prolina, en canvi, el grup  $\alpha$ -amino està unit al residu que, en aquest cas, és un hidrocarbur alifàtic. Es l'únic aminoàcid que ofereix aquesta particularitat.



La fenilalanina resulta de la unió d'un grup fenil amb l'alanina (l' aminoàcid menys hidròfob del grup).

Com pot veure's, els àtoms vermells corresponen als oxígens del grup carboxil, el verd al carboni i el blau al nitrogen del grup amina.



- Diapositiva 9: Asparagina.

L'Asparagina pertany al segon grup d'aminoàcids caracteritzat per la pre-





GENERALITAT DE CATALUNYA

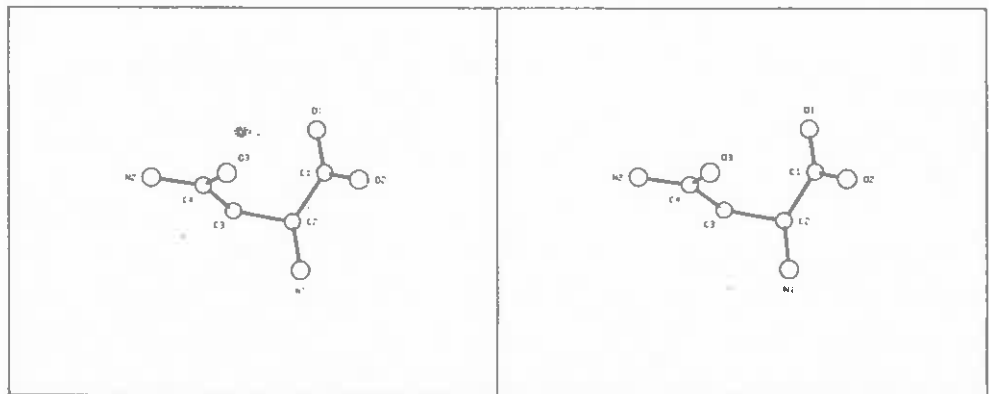
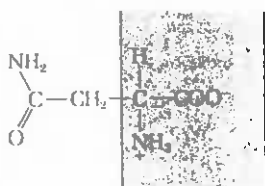
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

sència del grup C=O (Carbonil) en el residu.

Noteu que en aquesta imatge no estan representats els hidrògens.



- Diapositiva 10: Lisina. Diapositiva 11: Arginina. Diapositiva 12: Histidina.

No disposem de cap imatge dels dos aminoàcids amb grups polars carregats negativament, a pH 6,0-7,0, gràcies a la presència d'un segon grup carboxil: Ac. Aspàrtic i Ac. Glutàmic.

Us oferim, en canvi, l'estructura tridimensional dels tres aminoàcids amb grups polars carregats positivament:

La lisina, que conté un segon grup amina a l'extrem d'una cadena alifàtica i l'Arginina, que té un grup anomenat guanidini carregat positivament, tenen càrrega positiva neta a pH 7.

La histidina, que conté la funció imidazol, dèbilment bàsica, té propietats límits: A pH 6 més del 50% de les molècules d'histidina tenen el grup R carregat positivament, però a pH 6 menys del 10% de les molècules tenen càrrega positiva.

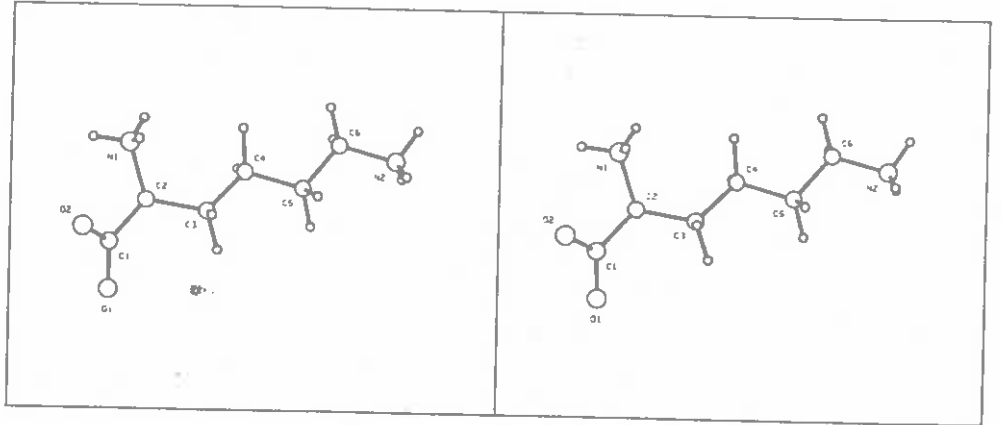


GENERALITAT DE CATALUNYA

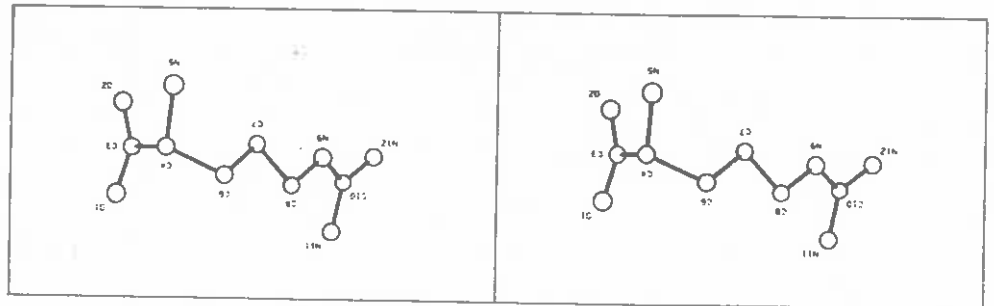
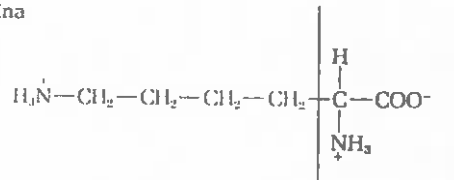
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

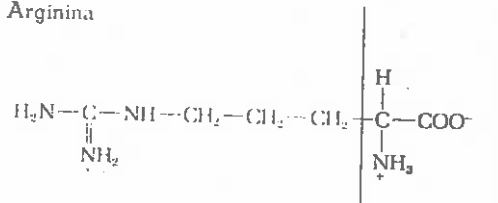
Centre de Documentació i Experimentació



Lisina



Arginina



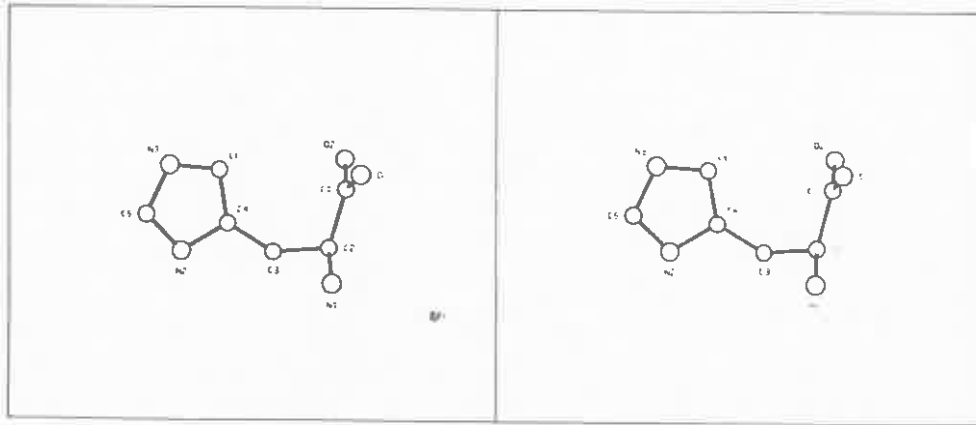


GENERALITAT DE CATALUNYA

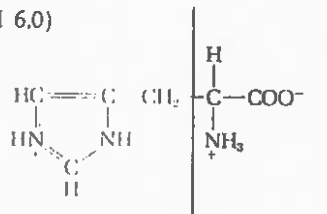
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació



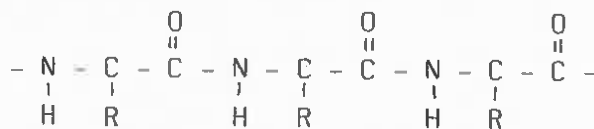
Histidina (a pH 6,0)



- Diapositiva 13: Estructura secundària d'una proteïna en Hèlix- $\alpha$  (visió esquemàtica).

Aquesta diapositiva té com a objectiu introduir-nos a la comprensió de l'Hèlix- $\alpha$  d'una proteïna recollida a la diapositiva següent.

La seqüència d'aminoàcids pot ser representada així:



o, de manera més simplificada, - N - R - C -, essent N el nitrogen que intervé en l'enllaç peptídic, R el residu unit al Carboni i C el carboni del grup carboxil que intervé en l'enllaç peptídic. La seqüència lineal -N-R-C- es cargola a l'espai donant l'estructura en hèlix que s'estudia amb més detall a la imatge següent.

A la diapositiva N és negre, R blanc i C "gris". (Cal tenir present que com que la diapositiva és el negatiu de la figura que es reproduïx a la plana següent, el blanc i el negre estan invertits)

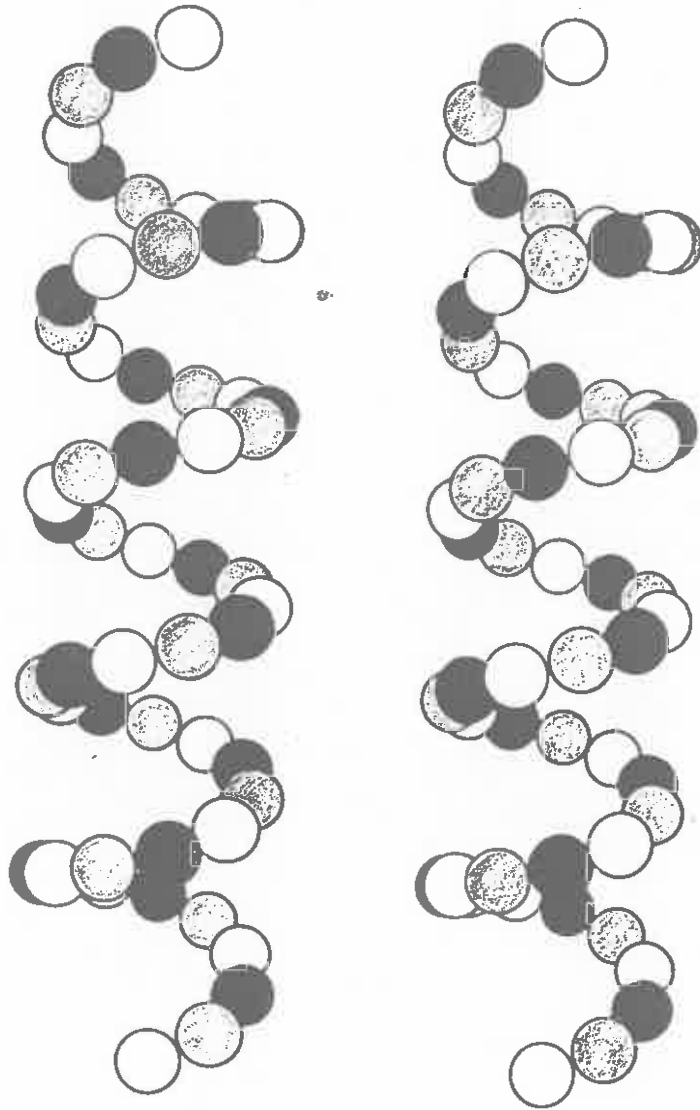


GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació



= Diapositiva 14: Hèlix- $\alpha$ d'una proteïna.

Imatge molt il·lustrativa de l'estructura tridimensional de l'hèlix-d'una proteïna. Poden constatar-se amb força facilitat alguns dels trets fonamentals d'aquesta estructura:

+ Cal començar identificant els aminoàcids. Per a facilitar-ho apareixen alternativament de color vermell i blanc.

+ Tracteu, tot seguit, d'observar algunes de les característiques de l'en-



GENERALITAT DE CATALUNYA

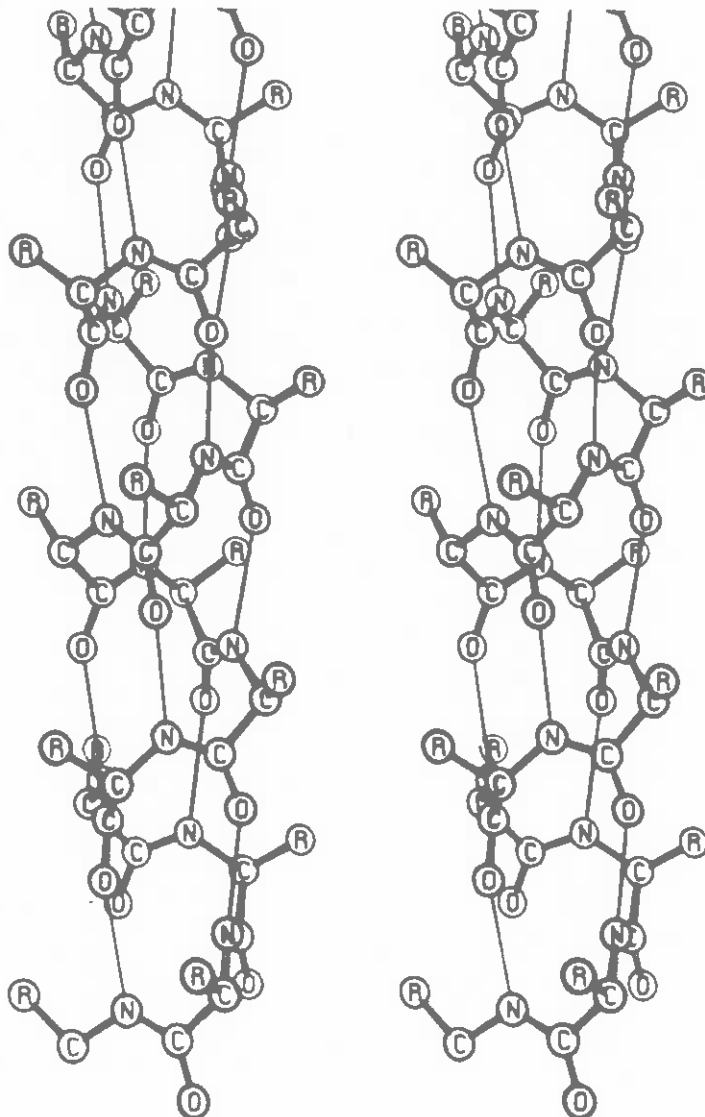
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i experimentació

llaç peptídic: Aquest enllaç, més curt que la majoria dels enllaços C-N senzills, té un cert caràcter de doble enllaç i no pot, per tant, girar lliurement. Per aquest motiu els quatre àtoms compresos en l'enllaç, C,O,N,H, i els dos carbonis  $\alpha$  dels aminoàcids veïns, estan en un mateix pla.

Noteu, a més que l'oxigen del grup carbonil i l'àtom d'hidrogen del grup -NH- estan en posició trans. (Cal advertir que aquests àtoms d'hidrogen no estan representats a la diapositiva però la seva posició està clarament definida per les línies verdes que indiquen els ponts d'hidrogen).





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

+ L'ordenació en hèlix- $\alpha$  de la cadena peptídica resulta avantatjosa, respecte d'altres estructures helicoidals possibles, perquè permet la formació d'enllaços d'hidrogen intracatenaris entre voltes successives de l'hèlix. Fixeu-vos que l'enllaç d'hidrogen s'estableix entre l'hidrogen del grup -NH- d'un aminoàcid i l'oxigen del grup C=O del quart aminoàcid que es troba després d'aquell.

+ Una de les característiques més típiques de l'hèlix- $\alpha$  és l'existència de 3,6 residus d'aminoàcid per volta. Per comprovar-ho cal procedir de la manera següent:

- Partint del primer residu, situat a la part inferior de la imatge, aneu seguint la cadena fins que en trobeu un altre situat en una posició homòloga en l'espai. Podreu comprovar que aquesta situació es produeix a l'aminoàcid que fa 12. Així doncs, entre dues posicions homòlogues hi ha 11 aminoàcids (Cal considerar el dotzè com el primer d'una nova unitat)
- Compteu, per altra banda el nombre de voltes que fa l'hèlix entre les dues posicions homòlogues. N-hi ha tres.
- Així doncs, el nombre d'aminoàcids per volta és 3,6 (11/3).

- Diapositives 15 i 16: Mioglobina.

L'estructura tridimensional de la Mioglobina és certament complexa. Per això és molt aconsellable contemplar amb atenció la diapositiva 15 on hi ha una reproducció esquematitzada, no estereoscòpica d'aquesta proteïna.

Tot i això és força difícil veure la totalitat de l'estructura amb claredat. Es aconsellable tractar de visualitzar-la per parts movent lleugerament els projectors per atll d'aconseguir una coincidència òptima entre les dues imatges. En qualsevol cas, la posició del grup hemo s'observa clarament en un pla aproximadament horitzontal que sobresurt de la pantalla.

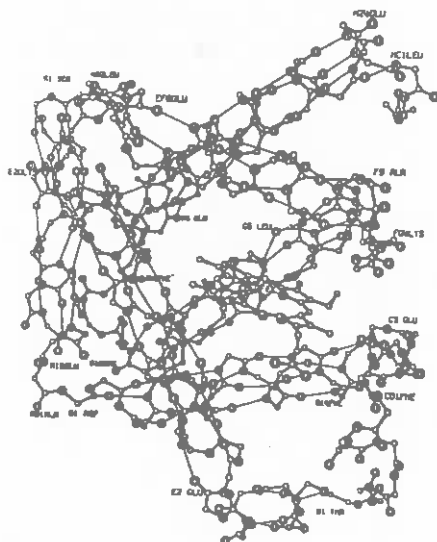
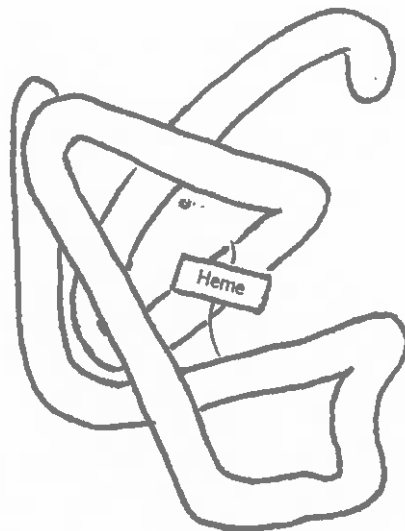


GENERALITAT DE CATALUNYA

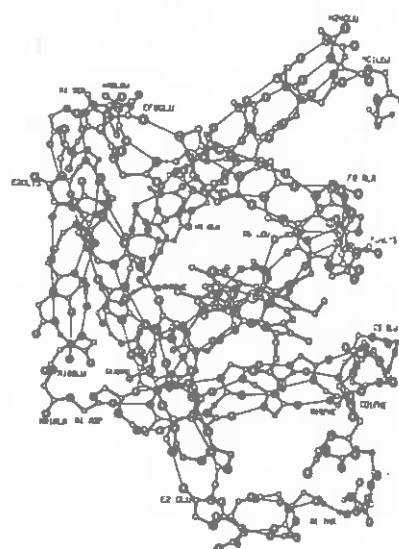
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació



MYOGLOBIN BACKBONE VIEWED ALONG -y AXIS



MYOGLOBIN BACKBONE VIEWED ALONG -x AXIS



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

Diapositiva 17: Vitamina B<sub>12</sub>

L'aclariment de l'estructura de la Vitamina B<sub>12</sub> fou un problema extraordinàriament difícil que va ser resolt al 1957 mitjançant la combinació de mètodes químics i de difracció de raigs X.

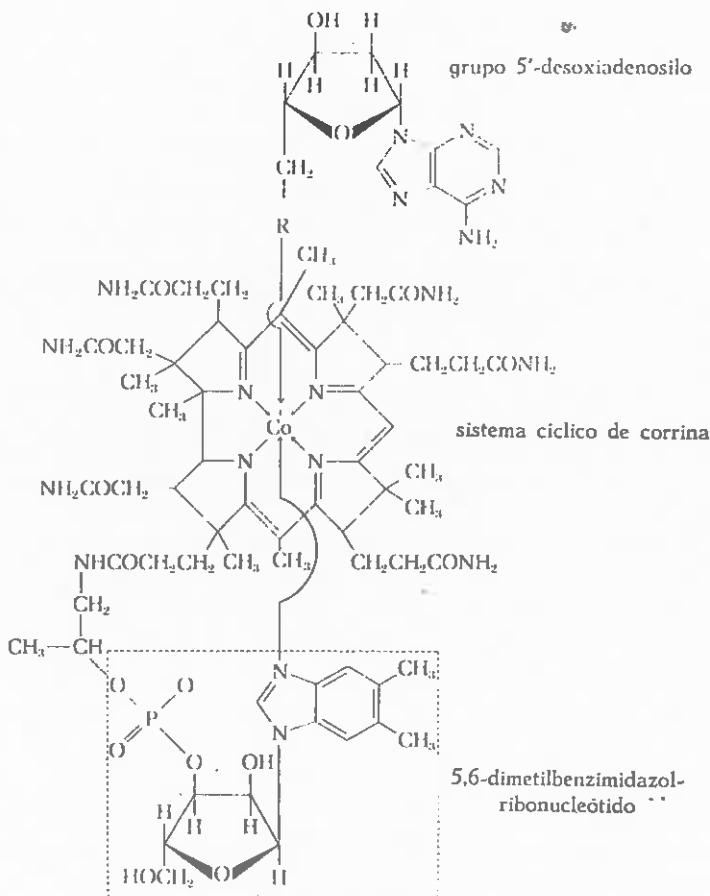
La molècula de la Vitamina B<sub>12</sub> té dos components característics:

+ El primer és una estructura semblant a un nucleòtid: Conté una base nitrogenada (5,6 dimetilbenzimidazol), una ribosa i un grup fosfat en posició 3'. Aquest nucleòtid apareix a la part inferior de la imatge tridimensional. Noteu com la base nitrogenada es disposa en un pla més o menys vertical que s'allunya de l'observador.

+ El segon component, que és la part més característica de la molècula, és el nucli de la corrina, molt semblant a les porfirines per la presència de quatre anells pirròlics. Coordinat amb els quatre àtoms de nitrogen interns de cada pirrol hi ha un àtom de cobalt.

La Vitamina B<sub>12</sub>, per ella mateixa, no té activitat com a coenzim. La forma coenzimàtica activa és el derivat 5-desoxiadenosil. Aquest grup,

format per una adenina i una desoxirribosa, està localitzat a la part superior de la imatge i es troba unit directament al cobalt de la corrina.





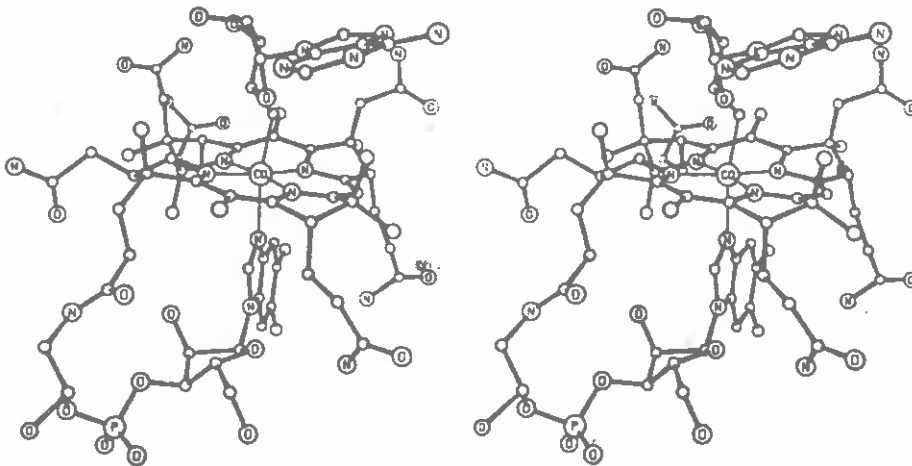


GENERALITAT DE CATALUNYA

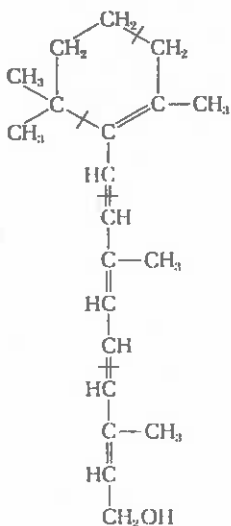
DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

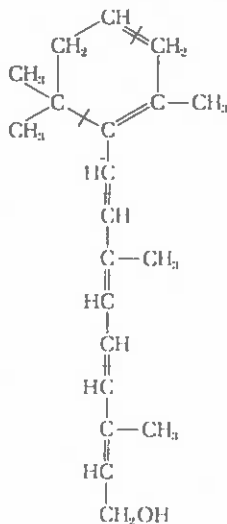
Centre de Documentació i Experimentació



- Diapositiva 18. Vitamina A.



Vitamina A<sub>1</sub>



Vitamina A<sub>2</sub>

La Vitamina A pertany al grup de les vitamines liposolubles (A,K,D). Químicament deriven de la unió d'unitats d'isoprè. (Per a facilitar aquesta observació, les unitats d'isoprè estan alternativament representades en blanc i vermell)

Cal advertir que la Vitamina A, tant en les seves formes A<sub>1</sub> i A<sub>2</sub>, és un alcohol. La imatge de la diapositiva no és, doncs, la vitamina A sino l'àcid que resulta de la seva oxidació.

Es interessant comparar aquesta diapositiva amb la nº 6 corresponent al β-Carotè. Pot comprovar-se que l'escissió oxidativa en dues meitats d'una

molècula de β-Carotè dóna dues molècules de Vitamina A. Es d'aquesta manera com els animals obtenen la Vitamina A a partir del β-Carotè dels vegetals que



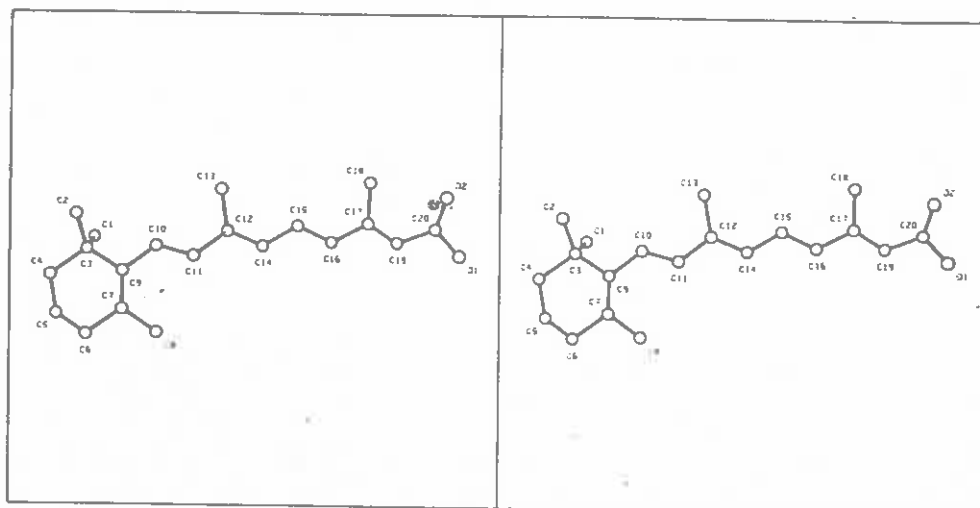
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

actua, doncs, com a precursor.



- Diapositives 19 i 20: Nucleòtids.

Els nucleòtids són èsters fosfòrics dels nucleòsids en els que l'àcid fosfòric esterifica un dels grups hidroxil lliures de la pentosa.

Com que als nucleòsids hi ha dos o més grups d'hidroxil lliures, el grup fosfat dels nucleòtids pot, potencialment, estar situat en més d'una posició de l'anell de la pentosa. En el cas dels desoxirribonucleòtids tant sols hi ha dues posicions possibles en la 2-desoxirribosa que poden esterificar-se, les posicions 3' i 5'. Ambdós tipus de desoxirribonucleòtids existeixen biològicament. En el cas dels ribonucleòtids, el grup fosfat pot trobar-se en les posicions 2', 3' o 5'; els tres tipus de ribonucleòtids han estat identificats com a productes de la hidròlisi del RNA. Els nucleòtids que apareixen en forma lliure a les cèl·lules són, predominantment, els que tenen el grup fosfat a la posició 5' ja que les reaccions enzimàtiques implicades normalment a la síntesi i ruptura dels àcids nucleics s'esdevenen a través dels 5'-fosfats de nucleòsids que actuen com a intermediaris.

A les diapositives 19 i 20 hi ha representats dos nucleòtids: L'adenosina 5'-fosfat i la Citidina-3' fosfat. Les bases, de color verd són anells situats en el pla de la pantalla. S'uneixen mitjançant un enllaç N-glucosídic amb la pentosa (color vermell). Noteu que aquest enllaç és i que la pentosa està en



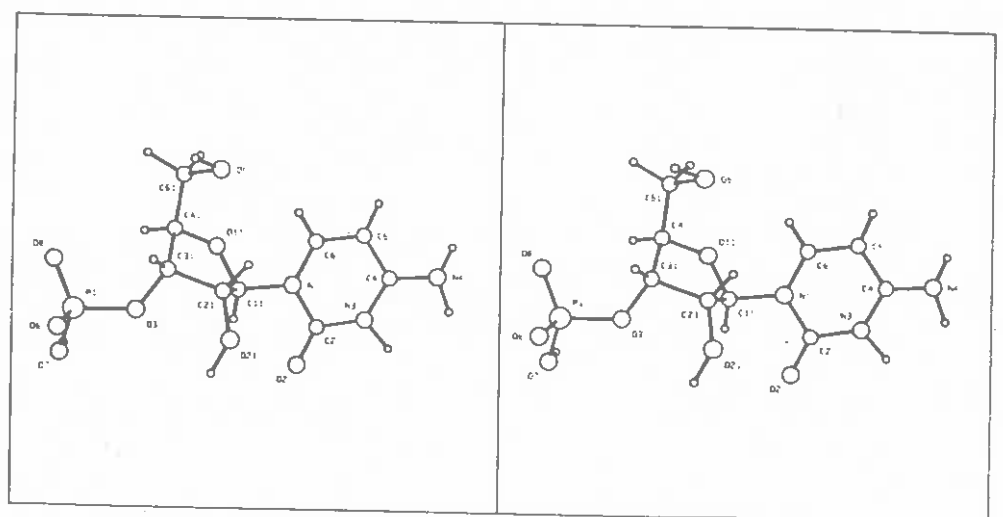
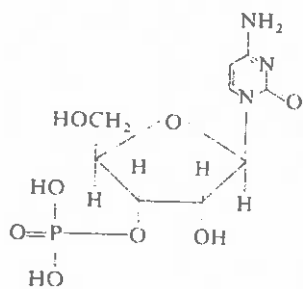
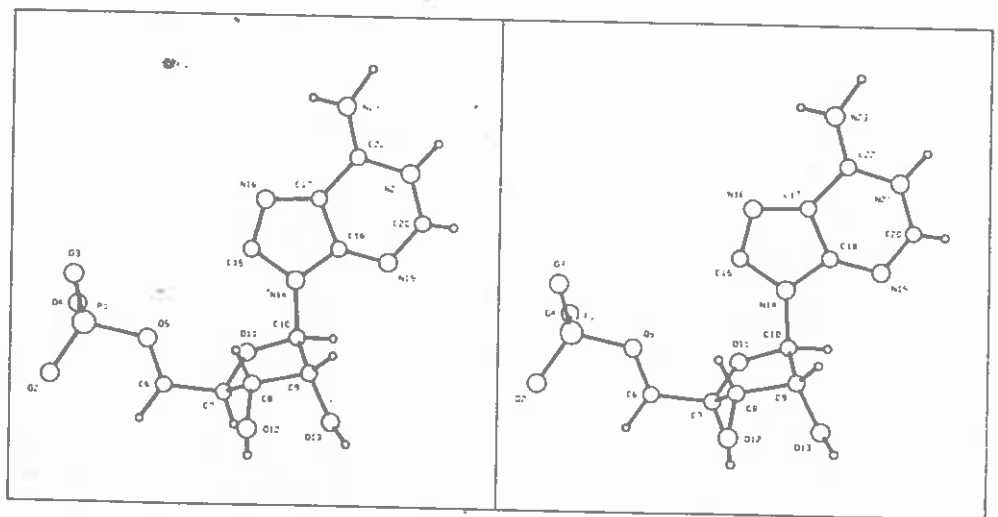
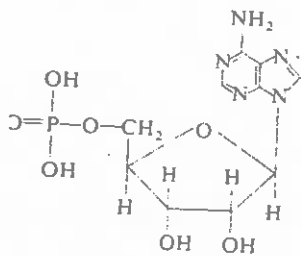
GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

forma furanosa. El fosfòric, amb els quatre oxígens disposats en els vèrtex d'un tetraedre en el centre del qual hi ha l'àtom de fósfor, estrefica a la pentosa en posició 5' en el cas de l'AMP i en posició 3' en el cas del CMP.





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

4. Fotografia aèria.

- Diapositiva 1: El Meteor. Cràter d'impacte.

Aquesta primera imatge no té altre objecte que el d'introduir a l'alumne en l'observació de la fotografia aèria. Essent de fàcil visualització i interpretació, ha de permetre a l'alumne poc habituat a contemplar imatges estereoscòpiques del relleu "preparar la vista" per a d'altres imatges menys fàcils d'interpretar a primer cop d'ull.

Cal advertir que l'escala d'altura apareix molt exagerada respecte a l'horitzontal. El relleu, doncs, s'observa molt més abrupte del que és en realitat.

Aquest fet pot constatar-se clarament en aquesta imatge: El cràter Meteor (Estat d'Arizona, USA), originat per l'impacte d'un meteorit, té una amplada màxima de 1200 m i una fondària de 180. Hom té, en canvi, la impressió que és més fons que ample.

La carena que delimita el cràter s'aixeca entre 30 i 60 m per sobre de la plana que l'envolta i està formada per fragments rocosos expulsats a l'atmosfera a conseqüència de l'impacte.

Hom calcula que el diàmetre del meteorit que va produir aquest cràter havia deser de l'ordre de 100 m i que l'impacte alliberà una energia equivalent a una bomba de 10 megatons. Aquest esdeveniment catastròfic va ocórrer ara fa uns 25.000 anys.

- Diapositiva 2: Xarxa de drenatge en materials tous.

+ Referència cartogràfica: Mapa Topogràfic Nacional. Instituto Geográfico Nacional. Full nº 383. Saragossa. E 1:50.000.

+ Data de l'estereograma: Agost 1956.

Xarxa de drenatge arborescent (dendrítica) típica de roques toves i impermeables de gra fi a molt fi del tipus de les lutites i margues. Les tonalitats més blanquinoses són degudes a la presència de guixos i margues guixoses.

Als fons de vall plans, característics d'aquests materials, s'observen els bancals construïts per a l'aprofitament agrícola.



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

A la part superior esquerra de l'estereograma s'observa un fons de dolina, més humit i colonitzat per la vegetació, originada gràcies a la dissolució dels guixos en una àrea on aquests són molt més massius que a la resta de l'estereograma.

- Diapositiva 3: Meandre abandonat.

+ Referència cartogràfica: Mapa Topogràfico Nacional. Instituto Geográfico Nacional. Full nº 442. Casp. 1:50.000.

+ Data de l'estereograma: Octubre del 1956.

El riu Ebre, al curs baix, forma meandres molt pronunciats tot obrint-se pas tallant nivells de gresos, margues i guixos del terciari continental de l'anomenada Depressió de l'Ebre. La tonalitat molt clara dels petits relleus al voltant del meandre ens indica la presència de guixos.

El meandre antic, abandonat ara pel riu, és aprofitat per a les explotacions agrícoles. Hom pot observar com el nivell de la terrassa inferior del riu, igualment aprofitada per a l'agricultura, és el mateix que el fons del meandre abandonat. La seva altura respecte al llit d'inundació actual és una mostra del treball d'erosió i aprofundiment realitzat pel curs d'aigua després d'abandonar el meandre.

- Diapositiva 4: Congost i estructura horitzontal.

Meandre en forma d'U del riu Colorado al congost de Glen (Estat d'Utah, USA) aigües avall de la ciutat de Hite.

S'observen una sèrie de bancs de sorra en el llit del riu i l'acumulació de sediments en forma de petits deltes en els punts on desemboquen els afluents principals.

Hom pot observar també l'estructura tabular de capes subhoritzontals originada per la diferents resistència dels materials a l'erosió: Les capes de tonalitats més clares, amb diàclasis molt visibles i que formen els escarpaments principals, són gresos. Estan interestratificats amb capes més toves de composició llimosa i argilosa, de tonalitat més fosca i sense diàclasis.

La part superior de l'estructura tabular forma un altiplà situat a 600 m per damunt del riu.



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

- Diapositiva 5: Relleus granítics de la Costa Brava.

- + Referència cartogràfica: Cartografía Militar de España. Serie L. Full 366  
Sant Feliu de Guíxols. 1:50.000.
- + Referència geològica: Instituto Geográfico y minero de España. Full 366.  
Sant Feliu de Guíxols. 1:50.000.
- + Data de l'estereograma: Setembre 1956.

Les roques granítiques que formen aquest sector de la Serralada Litoral Catalana han originat, degut a la seva duresa enfront de l'erosió, una costa abrupta amb poques platges i badies importants.

val a dir que l'escarpament de la Costa Brava és també degut a que es tracta d'una costa originada a partir de l'enfonsament tectònic de l'àrea ocupada avui pel mar. Aquest aconeteixement es produí durant el Pliocè, Terciari superior.

Pot veure's a l'est la badia de Tossa amb el poble situat a la banda de ponent.

- Diapositiva 6: Plutó granític.

- + Referència cartogràfica: Mapa topogràfic nacional. Instituto geográfico Nacional. Full nº 649. Garrovillas. 1:50.000.
- + Referència geològica: Instituto Geográfico y Minero de España. Serie Magna. Full 649. Garrovillas. 1:50.000.
- ‡ Data de l'estereograma: Abril 1956.

En aquesta imatge pot observar-se un gran contrast entre dos tipus de roques ben diferents: la zona de tonalitat clara i uniforme correspon a un plutó granític de composició homogènia. la xarxa fluvial o de drenatge instal·lada en aquesta zona està en bona part controlada per fractures o dics que li donen un caràcter rectilini reflexat en dues direccions principals que es tallen girebé en angle recte. Amb una mica d'atenció pot observar-se les interseccions dels diferents sistemes diàclasi que individualitzen una bona colla de petits blocs especialment visibles a les parts exentes de sòl i vegetació.

La zona de tonalitat fosca està formada per roques metamòrfiques del ti-



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

pus de les pissares i les filites.

El contacte entre aquestes dues unitats litològiques es fa mitjançant una banda de metamorfisme de contacte especialment visible a la part central de l'estereograma, just per damunt del riu, i apareix com una estreta franja de tonalitat intermitja.

El riu present a la fotografia és el Tajo a la zona compresa entre Alcantara i Garrovillas a la província de Càceres.

Diapositiva 7: Carst en roques calcàries i estructura plegada.

+ Referència cartogràfica: Mapa topogràfic Nacional. Instituto geográfico nacional. Full 114. Alsasua. 1:50.000.

+ Data de l'estereograma: Juliol 1956.

Roques calcàries del Cretaci profundament carstificades. S'observa un gran nombre de dolines i centres d'infiltració de l'aigua que té una circulació fonamentalment subterrània.

Hom pot observar també un gran anticlinal amb tancament periclinal afectat per plecs de menor amplitud.

El nucli de l'anticlinal ha estat fortament erosionat ja que està format per roques més toves de composició llimosa que ha permès el desenvolupament d'una abundant vegetació.

Diapositiva 8: Conglomerats Eocènics de Montserrat.

\* Referència cartogràfica: Cartografía Militar de España. Serie L. Fulls 391 (Igualada) i 392 (Sabadell). 1:50.000.

+ Referència geològica: Instituto geográfico y Minero de España. Serie Magna. Fulls 391 i 392. 1:50.000.

+ Data de l'estereograma: Setembre 1956.

Imponent vista aèria dels conglomerats eocènics, massius, del sector occidental de la Muntanya de Montserrat.

Hom pot observar clarament la direcció preferent d'un sistema de falles i



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

diàclasi orientat N-S i un altre, menys visible, de direcció E-W. La intersecció d'aquests dos sistemes determina la individualització de blocs de mides molt variables i és, en bona part, responsable de la peculiar i característica geomorfologia de Montserrat.

La duresa i resistència a l'erosió dels conglomerats montserratins els fa destacar dels nivells de margues, gresos i conglomerats també eocènics, sobre els quals reposa, fins assolir un desnivell màxim de 900 m.

- Diapositiva 9: Plecs eocènics del Ripollès en el seu contacte amb la Plana de Vic.

+ Referència cartogràfica: -Cartografia Militar de España. Serie L. Full nº 294. Manlleu. 1:50.000.

-Guia cartogràfica Bellmunt-Puigsacalm. Ed. Alpina. 1:25.000.

+ Data de l'estereograma: Juny 1957

A la part inferior de la imatge s'observen les margues i gresos, tonalitat clara, de la part septentrioal de la Plana de Vic amb cabussament cap el N.

Al bell mig de l'estereograma hom pot contemplar l'anticlinal de Bellmunt de direcció Est-Oest, amb els seus flancs prominents formats per gresos massius i el seu nucli al descobert degut a l'acció erosiva del riu Ges, i dels seus afluents, que el talla transversalment formant, a la seva sortida a la Plana de Vic, l'engorjat del Forat Micó (angle inferior dret).

Més cap el Nord es situa el sinclinal de Vidrà de flancs més suaus i que forma un relleu invertit. L'estructura és ressaltada per una unitat de gresos massius i potents interstratificats en la sèrie, sobretot margosa, que forma el sinclinal.

La xarxa fluvial està formada pels cursos conseqüents, de direcció Est-Oest que és la mateixa que la de les capes dels flancs d'ambdós plecs. Les aigües recollides són abocades al Ter i al Ges. Aquest darrer té una direcció d'escolament anòmala Nord-Sur i és un bon exemple de curs sobreimposat o antecedent.





GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

- Dipaositiva 10: Falla de Sant Joan de Fàbregues.

- + Referència cartogràfica: -Cartografía Militar de España. Serie L. Full nº 294. Manlleu. 1:50.000.
- Guía Cartográfica Guillerries-Collsabra. Ed. Alpi na 1:40.000.
- + Data de l'estereograma: Juny 1957.

\*

A la part superior hom pot observar els sediments eocènics subhoritzontals de tonalitat clara que formen l'estructura tabular del llindar meridional del cabrerès. Hom pot distingir bé l'escarpament format per les calcàries nummulítiques, anomenades aquí calcàries de Tavertet, sobre les quals reposen, per aquest ordre, margues igresos. Per sota de les calcàries afloren conglomerats i gresos vermells que constitueixen la part basal de l'eocè.

La cobertura eocènica descansa discordant sobre el massís paleozoic de les Guillerries constituït per pissares, esquists i gneis (tonalitat fosca, part inferior).

La falla normal de Sant Joan de Fàbregues, de direcció NW-SE, afecta aquestes dues unitats geològiques tot aixecant el llavi occidental i enfonsant el llavi oriental. El desnivell produït per la fractura es fa palès si hom agafa com a nivell de referència les calcàries de Tavertet.

- Diapositiva 11: Braquianticlinal.

Al nucli d'aquest plec anticlinal (Fremont County, Estat de Wyoming, USA) afloren nivells de gresos del Juràssic. Els flancs estan formats per lutites i gresos alternants del Cretàcic. Entre el nucli i els flancs hi ha, bàsicament, lutites del Cretàcic, amb algun nivell de gres intercalat, que han estat més fortament erosionades que el nucli i els flancs.

Les terres baixes del voltant són margues en gran part recobertes per sediments al·luvials i terrasses. Alguns dels meandres que s'observen en el riu es troben en un estat d'evolució avançat.



GENERALITAT DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT

DIRECCIÓ GENERAL DE BATXILLERAT

Centre de Documentació i Experimentació

= Diapositiva 12: Regió volcànica d'Olot.

- + Referències cartogràfiques: - Cartografia Militar de España. Serie L. Fulls nº 295 (Banyoles) i 257 (Olot). 1:50.000.
  - Guia cartogràfica. La Garrotxa. Ed Alpina. 1:40.000.
- + Referències geològiques: - MALLARACH J.M. i RIERA M. "Els volcans olotins i el seu paisatge. Iniciació a la seva coneixença segons nou itineraris pedagògics." Ed Serpa. Barcelona 1982.
  - = MALLARACH J.M. "Contribució a l'estudi de la zona volcànica de la conca del Fluvià". Revista de Girona nº 82 p 73-87. Girona 1978.
  - = MALLARACH J.M. Carta geològica de la regió volcànica d'Olot. Litologia i Geomorfologia. Ajuntament d'Olot. 1:20.000.
- + Data de l'estereograma: Agost 1957.

Els cràters volcànics que s'observen en aquest estereograma constitueixen alguns dels exemples més clars de la regió volcànica d'Olot. Els dos més visibles, i de dimensions més grans, són el Santa Margarida i el Croscat, aquest darrer amb un cràter esbocat.

Els cons estan formats pels materials piroclàstics llançats durant les erupcions. Als voltants dels volcans, ocupats majoritàriament per camps de conreu, hi ha interestratificats corrents de lava i productes piroclàstics que varen invadir una gran part d'aquesta zona quan es produïren les corresponents fases d'emissió volcànica.

El tipus de volcanisme produït, atenent a la classificació clàssica, és del tipus estrombolià caracteritzat per emissions de materials piroclàstics i corrents de lava fluida que s'escolà pels fons de les valls.

El cràter del volcà Santa Margarida, el més ben conservat i espectacular de la regió, té una amplada màxima de 350 m i una fondària de 60.

Al nord i al sud de l'àrea volcànica es poden observar les capes de sediments eocènics, bàsicament conglomerats i gresos, que formen el substracte sobre el que reposen els volcans i els seus productes d'emissió.