

ITINERARIS PER LA NATURA A L'ALT EMPORDÀ

AUTOR: Xavier Aurell Bach

Curs: 2002-03

Agraïments:

J. Martinell i R. Domènech, en els apartats de Paleontologia i el Pliocè empordanès
J. Carreras, en la Petrografia del cap de Creus
L. Vilar, per la classificació de plantes
M. Fuertes, en l'apartat d'Arqueologia
J.M. Mata, en la Mineralogia

ÍNDEX

ITINERARIS PER LA NATURA A L'ALT EMPORDÀ.....	3
L'EMPORDÀ	
Característiques geològiques.....	4
Gènesi, estructura i rebliment sedimentari de la depressió.....	4
Els Pirineus.....	11
ITINERARIS	
Pel cap de Creus	
Característiques geològiques del cap de Creus.....	17
Les roques.....	17
El metamorfisme. Filites i esquists	20
Les milonites	
Les migmatites.....	30
Les roques ígnies.....	33
Plutòniques.....	33
Les pegmatites.....	35
La tectònica.....	41
La morfologia.....	53
La vegetació del cap de Creus.....	65
El parc natural del cap de Creus.....	91
Itineraris d'interès natural pel cap de Creus.....	93
Itineraris:	
Roses-l'Almadrava-cala Lledó.....	96
Cap Norfeu.....	108
Guillola-Jugadora-Far-Tudela.....	119
Can Rabassers-cala Prona-punta dels Farallons.....	137
Per la depressió de l'Alt Empordà	
Itinerari geològic pel Pliocè marí de l'Alt Empordà.....	159
Característiques del Pliocè marí de l'Alt Empordà.....	159
Itinerari:	
Siurana-Vilacolum-Sant Miquel de Fluvià-Viladamat.....	174
Itinerari pel jaciment ibèric de Pontós i pel Miocè continental	203
Context històric i trets definidors de la cultura ibèrica.....	203
Introducció geològica. El Miocè de l'Alt Empordà.....	217
Itineraris:	
Pels voltants de mas Castellar.....	219
BIBLIOGRAFIA.....	233

ITINERARIS PER LA NATURA A L'ALT EMPORDÀ

Aquest treball mostra uns itineraris al llarg dels quals hom pugui conèixer i estudiar algunes característiques de l'Alt Empordà pel que fa a aspectes geològics fonamentalment, botànics i també arqueològics. Els àmbits dels itineraris són, d'una banda, la plana de l'Alt Empordà i de l'altra, el massís del cap de Creus. A la plana es desenvolupen dos itineraris, l'un de caire geològic i paleontològic i l'altre de caire geològic i arqueològic. Els itineraris pel cap de Creus permeten l'estudi de la geologia i la botànica del massís.

DEPRESSIÓ DE L'ALT EMPORDÀ	ITINERARI	ESTUDI
	Siurana-Vilacolum-Albons	Pliocè marí empordanès
	Pontós	Miocè continental i jaciment ibèric
CAP DE CREUS	Roses-l'Almadrava-cala Lledó	Característiques geològiques i botàniques del massís
	Cap Norfeu	
	S'Alqueria-Guillola-Tudela	
	Can Rabassers-cala Prona-punta dels Farallons	

IMPORTANT:

-NO ES POT PICAR QUAN ES VA AL CAMP
 -ESTÀ PROHIBIT AGAFAR MOSTRES EXCEPTE SI LA MOSTRA ÉS A TERRA. EN QUALSEVOL CAS, CAL FER-HO SABER AL RESPONSABLE DE L'ITINERARI
 -PER FER PROSPECCIONS O EXCAVAR CAL DEMANAR PERMÍS A LA GENERALITAT (DECRET 78/2002, 5 MARÇ, 2002, DEL REGLAMENT DE PROTECCIÓ DEL PATRIMONI ARQUEOLÒGIC I PALEONTOLÒGIC, DOGC n°3594, de 13/03/2002)

L'EMPORDÀ. CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES

L'Empordà és una plana d'enfonsament, una depressió d'origen tectònic envoltada per relleus abruptes que constitueixen els seus límits naturals: al nord limita amb els Pirineus orientals, al sud amb la serra de les Gavarres i el massís de Begur, per ponent la plana topa amb les muntanyes de la Garrotxa i per l'est s'obre al mar Mediterrani. Al bell mig de la plana s'aixeca, prop del mar, el massís del Montgrí, que la divideix en l'Alt i el Baix Empordà. Aquests límits geogràfics, morfològics, són el resultat de l'evolució geològica que des de l'Oligocè i durant tot el Neogen afectà l'àrea mediterrània i que en determinà la formació i les seves característiques geogràfiques i geològiques.

LA FORMACIÓ DE LA DEPRESSIÓ DE L'EMPORDÀ

Cal emmarcar la formació de la depressió de l'Empordà en l'àmbit general de la tectònica neogena, desenvolupada entre l'Oligocè superior i el Miocè, caracteritzada per la formació d'importants i generalitzats sistemes de falles, que va afectar tota la regió mediterrània i que originà, als Països Catalans, la individualització de la franja costanera catalana, la mar catalanobalear i les illes Balears.

L'ETAPA EXTENSIVA NEOGENA

Després de l'etapa compressiva alpina, ocorreguda en el Paleogen, resultat de la col·lisió de les plaques ibèrica i euroasiàtica que portà a la formació dels Pirineus i als plegaments dels materials mesozoics del sistema mediterrani, es produí una llarga **etapa de distensió**, és a dir, extensional, que va començar a l'Oligocè superior i continuà durant el Neogen. Fou una etapa d'intensa fracturació (*rifting*) en què es formaren **sistemes de falles** que individualitzaren **blocs aixecats (horst)** i **blocs enfonsats o fosses**, que en temps posteriors, durant el Miocè, el Pliocè i el Quaternari reblien de sediments, arrancats als blocs aixecats, les fosses acabades de formar. Es formà així, la fossa de l'Empordà. Semblantment van sorgir les depressions del Rosselló, la Selva, el Vallès-Penedès, Valls-Reus, etc.

Vulcanisme

El procés de la creació de volcans, va anar lligat a l'aprimament de la litosfera, fet que va propiciar l'ascens de magmes per les fractures generades, que van originar les manifestacions volcàniques de la comarca: Vilacolum, Basseia, Arenys d'Empordà, Palau Sabardera, Pau, Llers, Pedret, etc.

Algunes d'aquestes manifestacions volcàniques han estat datades mitjançant tècniques de datacions absolutes com les de Vilacolum, Basseia i Arenys. L'edat estimada se situaria entre els -7,5 i els -10,2 milions d'anys, que correspon al Miocè superior. Les altres manifestacions volcàniques esmentades així com els basalts travessats en els sondatges GEOT-1 i ORBA-1 no han estat datats, de moment, per tècniques de datació absoluta.

L'ESTRUCTURA DE LA DEPRESSIÓ

Pel que fa a l'estructura de la fossa de l'Empordà, està caracteritzada per un conjunt de falles normals que la delimiten i l'emmarquen respecte de blocs més aixecats. Aquestes falles tenen direccions nord-oest- sud-est.

La falla d'Albanyà la limita per l'oest; la falla de Roses-Garriguella limita al nord i al nord-est la depressió i la separa del *horst* de les Alberes i el cap de Creus; pel cantó sud, els afloraments cretàcics i paleogens del Montgrí la separen del Baix Empordà.

L'interior de la conca es troba també travessada per falles que l'estructuren en blocs aixecats i enfonsats. D'entre els primers, cal destacar el de Colomers-Vilopriu, que separa sengles cubetes de diferent profunditat: la de Riumors, més pregona, reblerta de sediments del Miocè, el Pliocè i el Quaternari, situada a l'Alt Empordà, i la cubeta de Fellines, situada al Baix Empordà, amb sediments miocènics i quaternaris, sense presència de materials del Pliocè.

REBLIMENT SEDIMENTARI DE LA CONCA DE L'ALT EMPORDÀ

El rebliment sedimentari de la conca de l'Alt Empordà ha estat condicionat, lògicament, per les seves característiques estructurals i paleogeogràfiques i per les transgressions i regressions que es produïren en el decurs del Miocè i el Pliocè. Aquests fets produïren l'existència de diferents medis sedimentaris. El sonatge GEOT-1, fet a Vilacolum, d'uns 1.000 metres de profunditat, ha revelat l'existència de diversos medis sedimentaris, que van des dels marins de la sèrie més pregona travessats pel sonatge fins a medis litorals, transicionals i continentals.

La potència de sediments neogens acumulats ha estat estimada en relació a les prospeccions geofísiques i gravimètriques i també al sonatge GEOT-1 fet a Vilacolum. A partir d'aquestes dades es creu que el gruix de sediments acumulats assoleix els 1.000 metres.

Sedimentació en el Miocè

Els sediments més antics i més pregons reconeguts a la conca són els travessats en el sonatge GEOT-1; es tracta de sediments marins, identificats com a tals a través de la fauna fòssil trobada, la qual permet situar-los en l'estatge Tortonià (Miocè superior); les formes fòssils trobades són: *Yoldia genei* Bellardi, *Turbonilla incognita* Degrange i *Nassa sp.* Els materials són llims ocres, sorres de gra fi i margues grises. Es tracta d'un conjunt que descansa sobre les calcàries mesozoiques de la unitat estructural del Montgrí, que tenen una potència de 52 metres.

Els materials que es disposen damunt d'aquesta sèrie marina inclouen sediments de fácies continental, litoral i lagunar. S'han travessat sèries detrítiques de conglomerats, gresos i argiles i també nivells margosos i carbonatats. El sonatge ha travessat basalt de 64 metres de potència a 350 metres de profunditat.

Pel que fa als afloraments miocènics de la conca, són tots de caràcter continental. Hom hi distingeix dos tipus de sistemes sedimentaris detrítics:

- a) sistema aluvialfluvial d'Esponellà-Navata:
Està constituït per sediments detrítics de conglomerats, gresos i argiles. L'àrea font, tal com ho demostren els còdols carbonatats dels conglomerats, la conformen els relleus eocènics que voregen la depressió pel cantó occidental. Són de l'estatge Turolà (Miocè superior).
- b) sistema aluvial-fluvial de Garriguella:
Està constituït per una sèrie detrítica formada per conglomerats, gresos fins i argiles. La naturalesa metamòrfica dels còdols de conglomerats demostra que l'àrea font d'aquesta pertany als relleus circumdants paleozoics que voregen la depressió pel nord—nord-est. L'edat d'aquests dipòsits s'ha atribuït recentment al Miocè.

Regressió (crisi) messiniana

Al Miocè superior, en el Messinià, es produí la “regressió messiniana” com a conseqüència de l'eixugament del mar Mediterrani, fet que es produí perquè aquest restà aïllat de l'oceà Atlàntic, degut al tancament de l'estret de Gibraltar per l'apropament entre les plaques africana i ibèrica. El Mediterrani esdevingué així un gran llac on les condicions climàtiques i la manca de connexió amb l'Atlàntic van causar una intensa evaporació que l'eixugà. Aquest fenomen va provocar, d'una banda, l'acumulació de gruixos importants d'evaporites, sals i guixos al fons de la mar catalanobalear i de l'altra, a la conca empordanesa, totalment emergida, una intensa fase erosiva i la formació de superfícies d'erosió, damunt les quals es dipositarien, als inicis del Pliocè, noves roques.

Sedimentació en el Pliocè

La sedimentació durant el Pliocè a la conca de l'Alt Empordà segueix en el temps a la regressió messiniana i està condicionada per la transgressió ocorreguda en el Pliocè inferior, els límits de la qual són difícils de definir.

La transgressió del Pliocè inferior va originar la immersió de bona part de la conca de l'Alt Empordà. Fou produïda per un ascens generalitzat del nivell del mar i per la reobertura de l'estret de Gibraltar, que comunicà novament les aigües atlàntiques i mediterrànies. El gruix dels sediments marins acumulats a la conca és molt variable, fet comprovat a partir dels sondejos que s'hi han fet, degut probablement a les diferències paleogeogràfiques existents abans de la transgressió.

En el Pliocè superior i a principis del Pleistocè es produí una nova retirada de les aigües condicionada pel descens d'uns 100 metres de les aigües de l'oceà Atlàntic, fet relacionat amb canvis climàtics globals i amb les glaciacions. Això comportà una reactivació de l'erosió fluvial a les àrees emergides; els materials de fàcies marina foren recoberts per sediments, primer de fàcies transicionals i després de fàcies continentals de granulometria més grollera.

El Pliocè continental aflora principalment a la part septentrional de la conca mentre que les fàcies marines afloren, de forma discontinua, a la part central i meridional, on es troba Siurana, Sant Miquel de Fluvià, Vilacolum i Viladamat entre d'altres.

Pliocè continental

El Pliocè continental està constituït per sediments detrítics, transportats i sedimentats per corrents fluvials que pertanyen a l'estatge Turolià.

Pel que fa a l'àrea font d'aquests sediments, hom diferencia dos sistemes deposicionals:

- 1- sistema al·luvial de Cistella-Llers, d'àrea font eocena:
En síntesi inclou graves, conglomerats amb trams sorrencs arcòsics i argiles. Els còdols corresponen als relleus eocènics, carbonatats i gresosos que vorejen la conca pel cantó nord—nord-oest. També inclouen còdols de granitoides que poden provenir dels batòlits granítics de Massanet-La Jonquera-Agullana; s'han trobat també còdols de basalt procedents de l'aflorament volcànic de Llers.
- 2- sistema al·luvial de Sant Climent-Perelada, d'àrea font metamòrfica:
Són materials de ventall al·luvial que inclouen graves, sorres, llims i argiles. Els còdols són majoritàriament de naturalesa metamòrfica: pissarra, esquists, quars,... No se'n troben de granitoides ni de materials eocènics. L'àrea font estaria situada en els relleus metamòrfics de l'Albera.

Pliocè marí

Després de la regressió messiniana, el mar envaí novament les terres de l'Alt Empordà i s'hi van anar dipositant nous sediments a les vores i al fons.

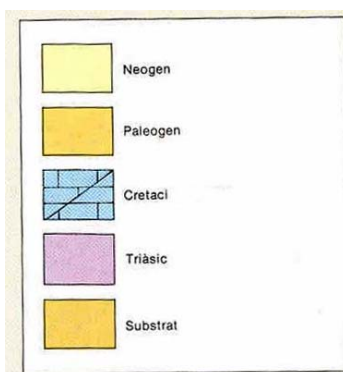
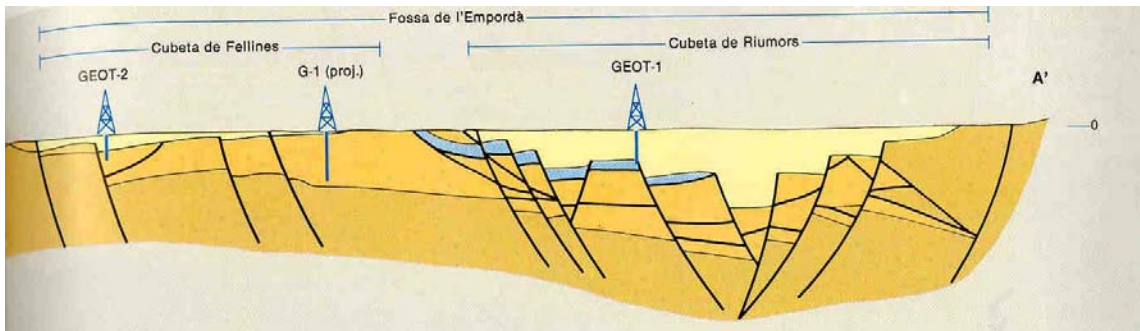
La transgressió, que es va produir durant el Zanclià (Pliocè inferior), va originar a l'Alt Empordà un ambient de badia, de poca profunditat, on es formaren lutites carbonatades, les anomenades margues blaves de Siurana (pel fet de tractar-se de la localitat on ha pogut ser estudiada la sèrie marina pliocènica amb més facilitat). A les rodalies de Siurana, l'indret de l'Alt Empordà on més fàcil és estudiar l'aflorament del Pliocè marí, damunt les margues blaves es disposen nivells de sorres argiloses de color castany d'uns dos metres de potència, sobre els quals es superposen nivells sorrencs, cada vegada més grollers, que es troben coronats per nivells conglomeràtics. Aquesta sèrie és regressiva. Compta amb uns nivells clarament marins a la base del jaciment (margues blaves) que donen pas a sediments amb més influència del continent degut al retrocés de la línia de costa.

La potència de les margues blaves presenta variacions al llarg de la conca. Els sondatges efectuats a diferents punts mostren resultats força variables. Així, en les zones més meridionals s'han reconegut fins a 200 metres de margues blaves, mentre que el sondatge petrolier GEOT-1 en travessà 50 metres i el sondatge del S.G.O.P. fet a Castelló d'Empúries en trobà 1,5 metres.

Sedimentació en el Quaternari

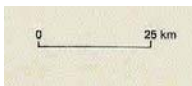
Damunt els materials anomenats anteriorment es van dipositar, durant el Quaternari, importants gruixos de sediments de procedència i procés genètics diferents, entre els quals destaquen:

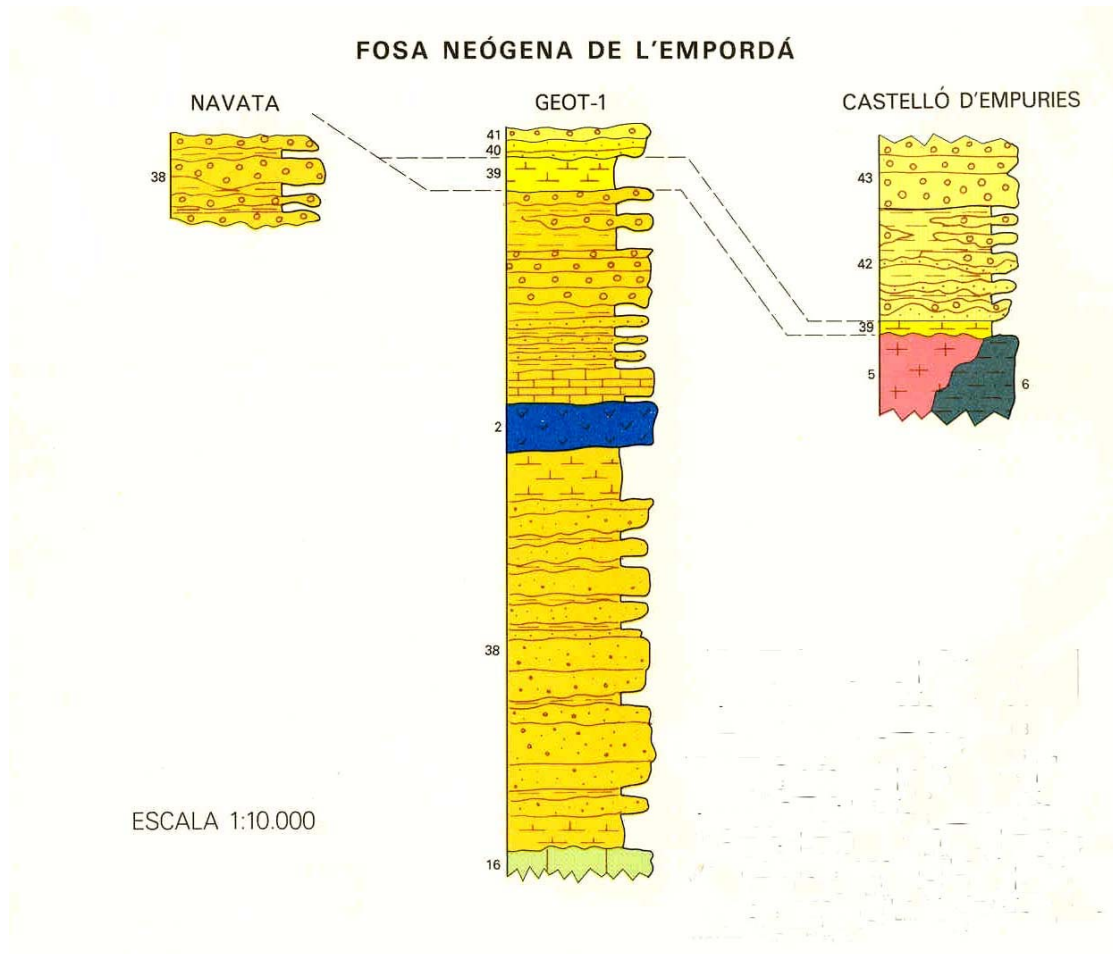
- sediments acumulats pels corrents fluvials que solquen la plana, àmpliament distribuïts al llarg i ample de les valls del Fluvià i la Muga i en menor quantitat els corrents fluvials del Manol, l'Orlina i la riera d'Àlguema
- col.luvions, formats als peus dels relleus que emmarquen la depressió
- sediments palustres com els de Cinclaus, Riumors, Vilanova de la Muga i riera de Pedret
- sediments associats a la dinàmica marina que formen platges (badia de Roses), maresmes (entre el Fluvià i la Muga) o cordons litorals (Empuriabrava)
- sediments eòlics, presents a Sant Pere Pescador, a la desembocadura del Fluvià, al llarg de la riera de Romanyac, i al fons de la vall situada entre mas Berta i el pic de l'Àliga a Roses



Estructuració de l'Empordà segons falles que n'han determinat la formació. El bloc aixecat de Colomers separa dues cubetes o fosses: la de Riumors, més pregonada, correspon a l'Alt Empordà i la de Felines, al Baix Empordà. Ambdues s'han reblert amb sediments del Neogen i del Quaternari

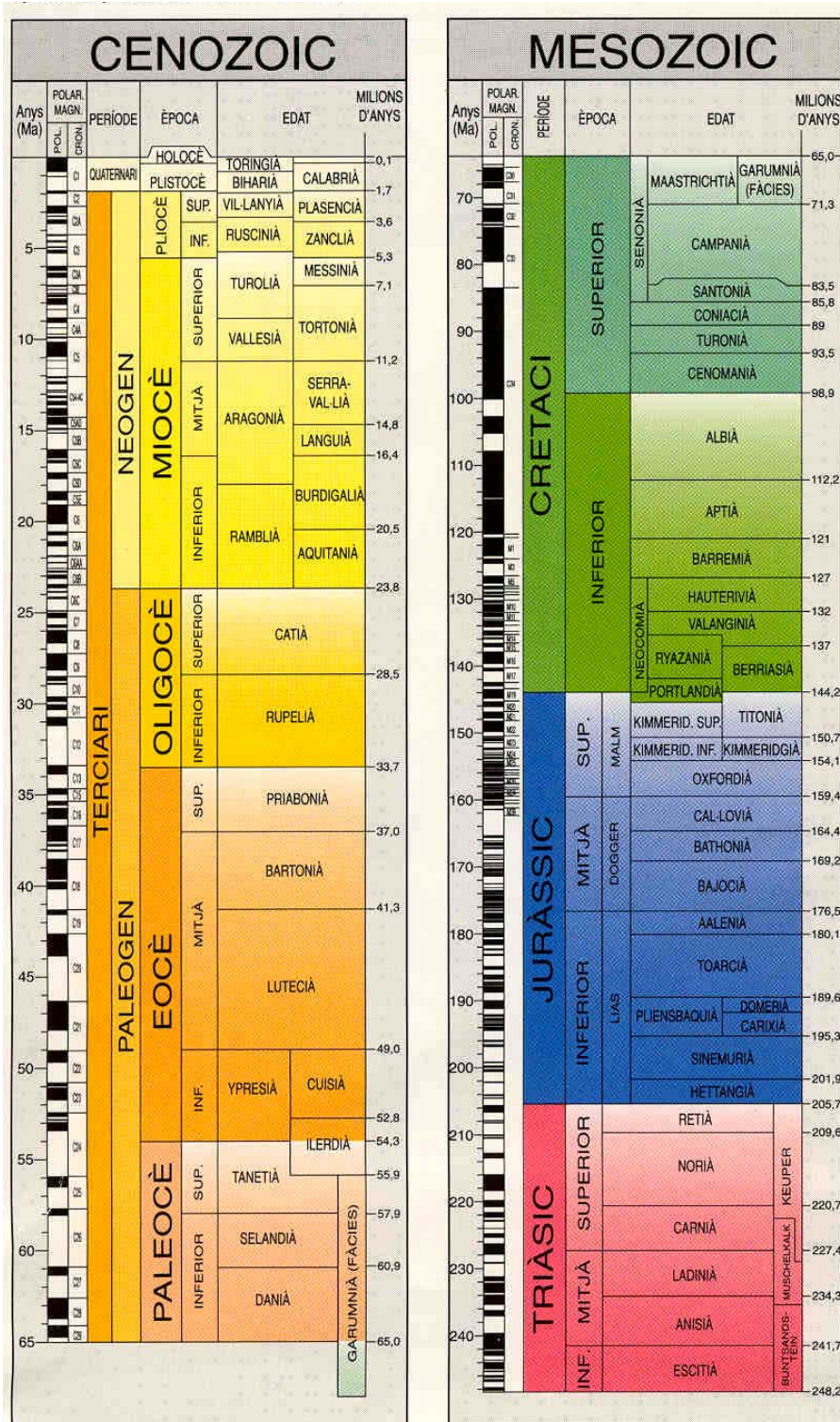
Dibuix : Història Natural dels Països Catalans





Font: Mapa geològic de España. Fulla de Figueres. Escala 1:50.000

- 42-43: **Pliocè continental**. Graves, sorres, llims i argiles
- 40-41: **Pliocè marí (Zanclià)**. Graves, sorres, llims i argiles
- 39: **Pliocè marí (Zanclià)**. Margues blaves de Siurana
- 38: **Miocè superior**. (Turolíà)
- 16: **Cretaci superior**. Calcàries
- 6: **Cambroordovicià**. Metasediments detrítics
- 5: **Hercinià**. Granit



ELS PIRINEUS

Bona part dels itineraris proposats es desenvolupen pel cap de Creus. Aquest massís constitueix la terminació més oriental dels Pirineus catalans; per tant, cal entendre les seves estructures, els materials i la seva evolució a partir del coneixement del Pirineus.

Els Pirineus formen una serralada que s'estén, geogràficament, d'est a oest al llarg d'uns 450 quilòmetres entre el golf de Biscaia i el cap de Creus. Els límits geològics, però, superen de molt els abans esmentats. Per l'est, els materials que conformen els Pirineus es perllonguen cap al Llenguadoc fins a la Provença; per l'oest, la serralada creua el País Basc, Cantàbria i Galícia i continua sota les aigües per la plataforma cantàbrica.

Els Pirineus orientals constitueixen el límit septentrional de la comarca i la separen de la Catalunya nord. En aquesta zona els Pirineus inclouen el pic de la Menera (1.425 m.), el Mont Capell (1.194 m.), el Roc de Frausa (1.446 m.), Les Salines, el Coll de Lli, el Coll del Pertús, el Serrat de l'Albera i el Coll de Banyuls entre d'altres.

Els materials

Els materials que formen els Pirineus han estat dividits tradicionalment en tres conjunts, establerts seguint criteris petrogràfics i també estructurals:

-el sòcol està format, d'una banda, per roques sedimentàries del Paleozoic, plegades per l'orogènesi herciniana i afectades de metamorfisme i, de l'altra, per granitoides acompanyats de roques filonianes, que es varen intruir en les sèries metasedimentàries. Aquests materials conformen les restes d'una antiga serralada, la serralada herciniana, que s'estenia per bona part de la península Ibèrica, per Europa i arribava probablement fins als Urals.

La formació d'aquestes roques s'inicià amb el dipòsit de sediments en antics fons marins, de plataforma i també de mar més profund; aquests sediments foren compactats, cimentats i diagenitzats i esdevingueren roques dures i compactes. Els minerals de les roques més pregones de la sèrie, per efecte de les elevades pressions i temperatures, varen recristal·litzar i s'originaren noves estructures, és a dir, es varen metamorfitzar. La sedimentació es perllongà des del Cambrià fins a part del Carbonífer.

En aquest període s'inicià l'orogènesi herciniana, tota la sèrie sedimentària es va plegar i aixecar i es va formar un orogen, la Serralada herciniana. Com a conseqüència dels plegaments, tota la sèrie sedimentària, ja parcialment metamorfitzada, (les parts més pregones) va adquirir noves estructures (clivatge, esquistositat,...) i va metamorfitzar-se; durant l'orogènesi es van produir també intrusions de granitoides, els quals es varen emplaçar en zones elevades de l'orogen, és a dir, en roques poc o feblement afectades pel metamorfisme, que degut a la calor aportada a les roques en què es varen encaixar, les afectaren de metamorfisme de contacte. En acabar el Paleozoic, aquesta serralada ja estava arrasada, erosionada, i al seu damunt es dipositaren durant el Secundari i el Terciari nous sediments.

-la cobertura està constituïda per roques sedimentàries, formades durant el Mesozoic i Paleogen (Cenozoic). Aquests materials, formats per sèries detrítiques, evaporítiques i carbonatades fonamentalment, es troben deformats per l'orogènia alpina.

Damunt la superfície arrasada de l'antiga Serralada herciniana es dipositaren, discordants, nous sediments. L'àmbit sedimentari en què es dipositaren va anar canviant al llarg del Mesozoic, alhora que evolucionaven les plaques tectòniques ibèrica, africana i euroasiàtica.

Des de l'arrasament de la Serralada herciniana fins al Cretaci mitjà, hi va haver un règim tectònic extensiu en què es formaren sistemes de falles normals que individualitzaren zones aixecades i zones enfonsades que foren envaïdes pel mar. En aquestes últimes s'acumularen importants quantitats de sediments durant el Triàsic mitjà i part del Cretaci en ambient de plataforma que originaren considerables espessors de calcàries i dolomies.

En els dominis més continentals i mixtes es van acumular formacions terrígenes i també evaporítiques. Però l'evolució d'aquests dominis sedimentaris lligats a l'evolució tectònica, en règim extensiu, amb transgressions i regressions, va ser força complexa i variable al llarg del Triàsic i fins al Cretaci, tal com ho reflecteixen els diferents materials acumulats, representatius de diversos ambients sedimentaris.

-els materials post-orogènics estan constituïts per sèries sedimentàries, fonamentalment detrítiques, que no han estat afectades per l'orogènia alpina, però que poden estar afectades per estructures generades durant el Neogen.

Gènesi de la serralada

La serralada dels Pirineus es formà com a conseqüència de la col·lisió entre les plaques iberoafricana i euroasiàtica.

La formació d'un orogen o serralada de muntanyes s'explica, avui, pel moviment relatiu de les plaques tectòniques. En síntesi, la formació d'un orogen comprèn els següents processos:

- etapa distensiva: separació entre plaques que comporta l'aprimament de la litosfera i la formació de zones deprimides que reben l'aportació de sediments i on es formaran importants gruixos de roques sedimentàries

- etapa de compressió: col·lisió en què les roques formades es deformen i es produeix l'aixecament de la serralada

En el cas dels Pirineus, la col·lisió va anar acompanyada d'un procés de subducció de la placa ibèrica sota la placa euroasiàtica. A banda de plegs i falles, l'estructura més característica d'una serralada de plegament està constituïda pels encavalcaments i mantells de corriment.

Als Pirineus orientals, la successió de processos en el temps fou la següent:

- Durant el Cretaci inferior es va produir una etapa extensional, de separació de plaques, que produí un aprimament cortical; es formaren falles normals que delimitaren fosses on es van formar roques sedimentàries al llarg de tot el Cretaci; aquestes estructures i materials ocupaven la part central dels futurs Pirineus.

-A finals del Cretaci superior, es produí la col·lisió entre les plaques euroasiàtica i afroibèrica; les forces compressives van provocar encavalcaments i mantells de corriment, que es desplaçaren a banda i banda de la cadena pirinenca.

-Des de l'Eocè fins l'Oligocè, va continuar la compressió. Degut a la convergència de les plaques es van generar nous mantells de corriment que es desplaçaren cap al sud; el centre de la serralada que s'estava configurant s'aixecà i es van formar nous relleus que s'anaren erosionant i van anar omplint de sediments les conques situades al sud. A la banda nord de la serralada, la francesa, es van produir processos similars. Més endavant, al centre de la serralada, es van formar apilaments de mantells.

-A finals de l'Oligocè, durant el Miocè i fins al Pliocè, tota l'àrea mediterrània es veié afectada per sistemes de falles normals produïdes per forces distensives, que portaren a la formació de fosses; es van formar les fosses de la Cerdanya, del Vallès-Penedès entre d'altres i la fossa de l'Empordà, que foren reblertes de sediments durant el Miocè, el Pliocè i el Quaternari.

El cap de Creus

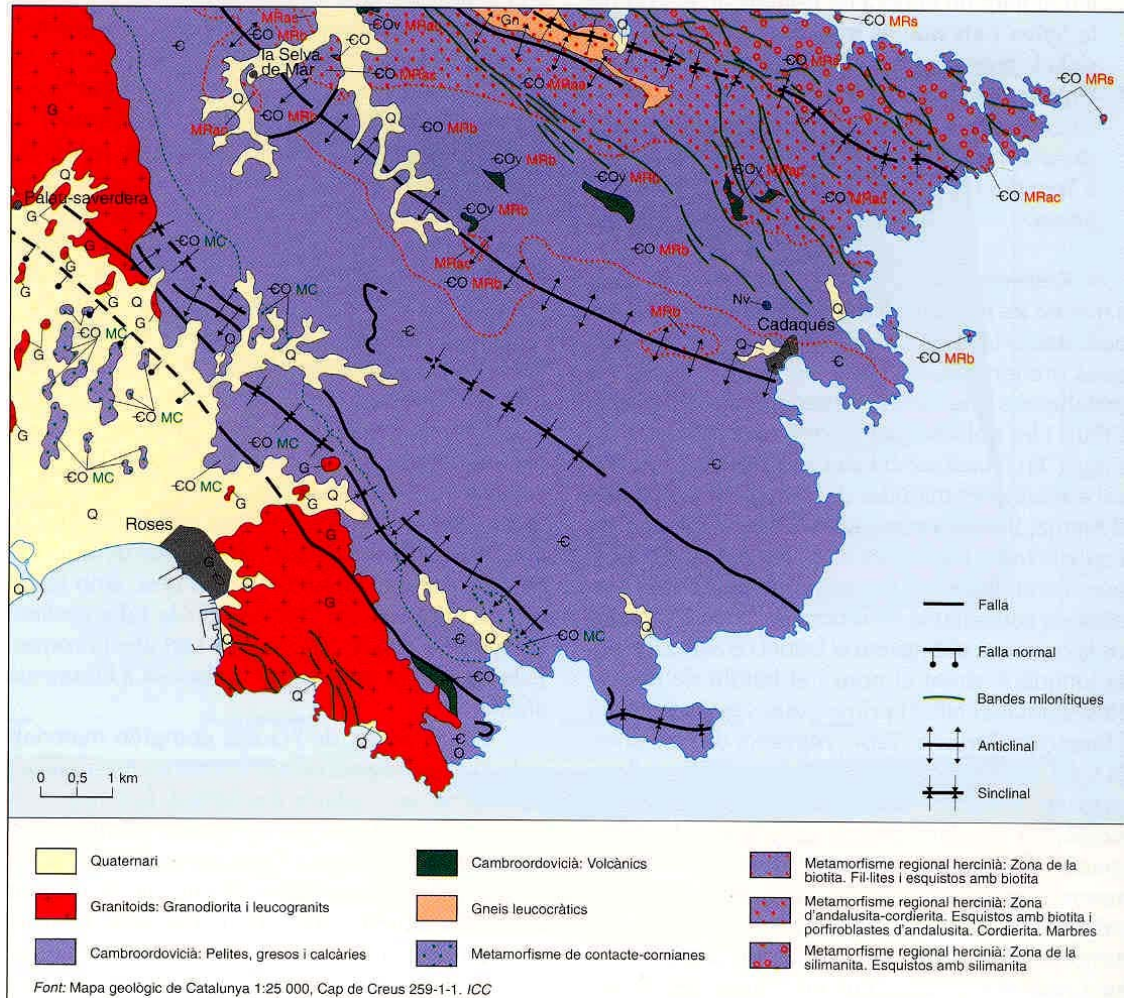
El cap de Creus constitueix l'acabament oriental dels Pirineus. Els materials que el formen corresponen al sòcol de la serralada pirinenca; per tant conformen les restes de la serralada herciniana. El cap de Creus està format per roques metasedimentàries del període Cambroordovicià, que foren plegades, metamorfitzades i intruïdes per granitoides i pegmatites durant els processos deformants de l'orogènesi herciniana. Al cap de Creus aflora una gran varietat de roques metamòrfiques i ígnies, tals com filites, esquists, quarsites, amfibolites, marbres, així com granodiorites, tonalites, diorites i també roques filonianes, pegmatites i migmatites.

No s'hi han conservat roques constitutives de les cobertores secundària i terciària.

A més de les roques del Paleozoic, el cap de Creus conté materials sedimentaris que s'han acumulat, durant el Quaternari, al llarg de corrents fluvials que solquen el massís, en platges i al peu de relleus muntanyosos.

Les característiques petrogràfiques, estructurals i morfològiques del massís s'exposaran en els apartats corresponents.

Mapa geològic del cap de Creus



El cap de Creus està constituït per roques del Paleozoic que corresponen a la zona axial pirinenca; són restes de la serralada herciniana. No s'hi han conservat roques del Mesozoic. Presenta també sediments acumulats durant el Quaternari, al peu dels relleus muntanyosos, al llarg de corrents fluvials i formant platges

Principals processos geològics, lligats als moviments de les plaques tectòniques, que han configurat, al llarg dels temps geològics, les grans unitats geomorfològiques a l'Alt Empordà

ERA PRIMÀRIA

Sedimentació, sèrie Cambroordovicià, -570 a -440 m. a. (milions d'anys)

↓
Orogènia Herciniana, Carbonífer, -300 a -280 m. a.

SERRALADA HERCINIANA

→ **CAP DE CREUS**

(Plegaments, esquistositats, metamorfisme, cisallaments, magmatisme)

↓
Erosió-peneplanització, Permià, -280 a -245 m. a.

ERA SECUNDÀRIA

Sedimentació damunt superfícies d'erosió hercinianes, -245 a -145 m. a.

↓
Etapa extensiva (separació de plaques), Cretaci inferior, -145 m. a.

↓
Aprimament de la litosfera-formació de conques que es rebliran de sediments

↓
Sedimentació en el Cretaci inferior i superior, -145 a -65 m. a.

↓
Compressió (col·lisió de plaques), Cretaci superior, inici orogènia alpina, -65 m. a.

ERA TERCIÀRIA

Compressió (col·lisió plaques) fins Oligocè, orogènia alpina, -56 a -29 m. a.

↓
SERRALADA PIRINENCA

(Plegaments, fracturació i formació mantells de corriments)

↓
Etapa distensiva, extensional, Oligocè-Miocè-Pliocè
- 29 a -2 m. a.

→ Garrotxes
d'Empordà

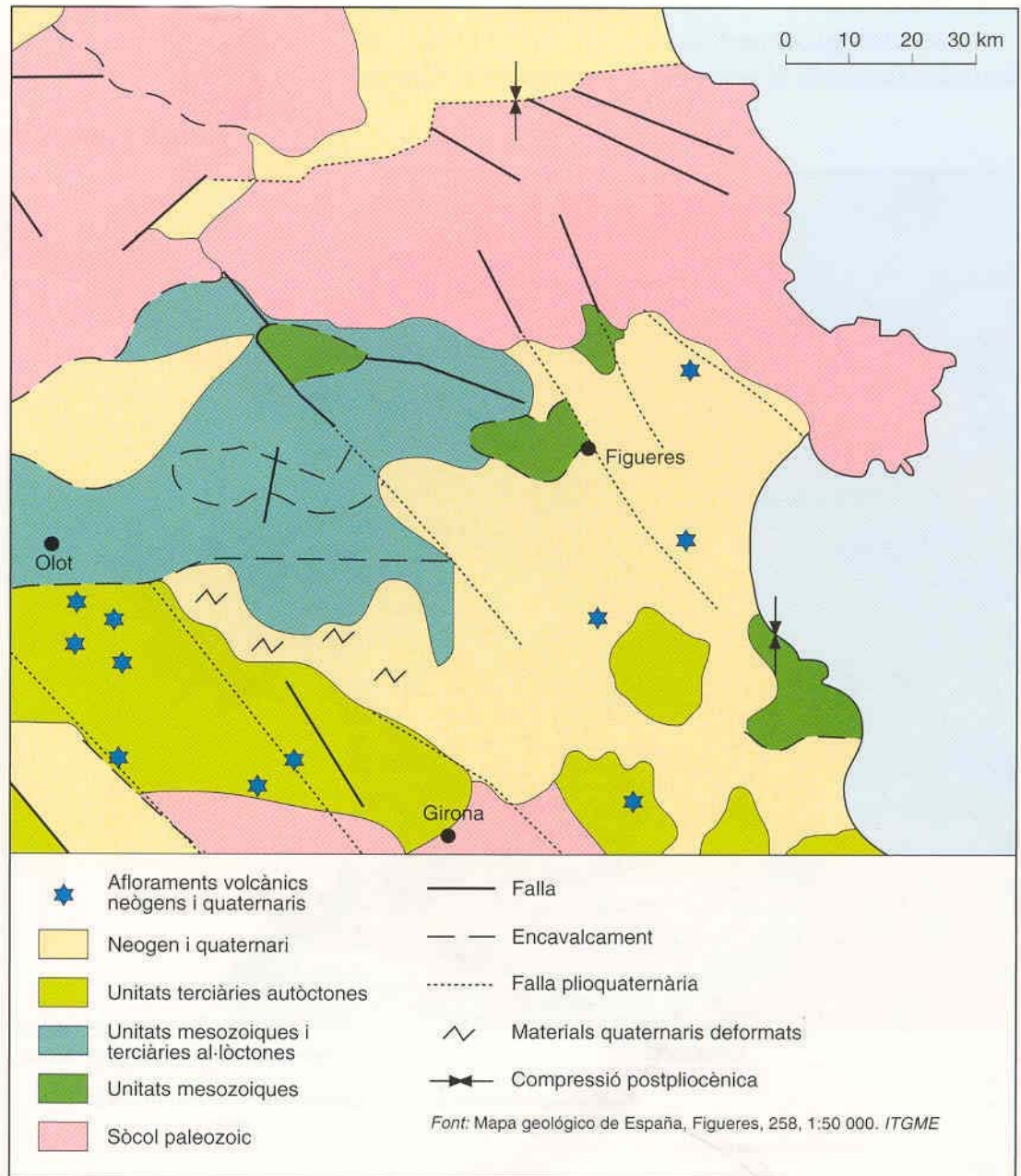
→ mantell Figueres-
Montgrí
disposició en dom
del cap de Creus

↓
Formació de sistemes de falles normals
(formació de fosses, Cerdanya, Vallès-Penedès, Empordà...) Oligocè-Miocè-Pliocè

→ **FOSSA DE L'EMPORDÀ**

↓
Sedimentació i rebliment de les fosses, Miocè-Pliocè-Quaternari
-29 m. a. fins a temps recents

Mapa neotectònic



Font: Atlas comarcal de Catalunya. Alt Empordà. Diputació de Girona. Institut cartogràfic de Catalunya

Mapa geològic de l'Alt Empordà i parts de comarques veïnes

CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES DEL CAP DE CREUS

LES ROQUES DEL CAP DE CREUS

Al cap de Creus aflora una gran varietat de roques com esquists, filites, amfibolites, quarsites, marbres, gneis, granitoides, migmatites i milonites entre d'altres. Les roques que constitueixen la major part del massís, però, són els esquists, que hi apareixen a la meitat nord, i les filites, que hi afloren a la meitat meridional.

Les roques esmentades deriven per metamorfisme de preexistents roques sedimentàries, ígnies i metamòrfiques. Aquestes roques primitives, com a conseqüència de la pressió litostàtica (de càrrega de sediments), de la temperatura i de les pressions dirigides (deformants) de l'orogènesi herciniana, foren deformades i metamorfitzades. La varietat de litologies preexistents va originar, lògicament, roques metamòrfiques diverses; el grau metamòrfic assolit fou també variable, vinculat a les deformacions assumides i la profunditat. Així, les roques de les parts més pregones de l'edifici orogènic experimentaren transformacions metamòrfiques més intenses degut que a l'efecte de les pressions dirigides (deformants) s'afegia una major pressió litostàtica i temperatures més altes.

Conceptes previs

Esquist	Metapelita de gra gros o mitjà, de grau metamòrfic mitjà o alt
Filita	Metapelita de gra fi o mitjà, de grau metamòrfic baix
Grau metamòrfic	Intensitat atesa pel metamorfisme mesurada per la diferència mineralògica entre la roca original i la roca metamòrfica derivada; la temperatura n'és un factor principal
Lutita	Sinònim de pelita
Meta (metapelita)	Prefix que indica que la roca mencionada ha sofert un procés metamòrfic
Metamorfisme	Procés pel qual una roca, en ser sotmesa a pressions i temperatures diferents de les que sofria quan es va formar, es transforma, conservant l'estat sòlid, en una roca amb una mineralogia i textura diferents
Metamorfisme de contacte	Metamorfisme provocat per la calor aportada per un magma en les roques en què s'encaixa (intrusió) o recobreix (colada volcànica)
Metamorfisme dinàmic	Metamorfisme desenvolupat durant una orogènia, provocat per intenses pressions dirigides que produeixen falles i cisallaments
Metamorfisme regional	Metamorfisme desenvolupat durant una orogènia que afecta zones molt extenses de l'orogen. Comporta un augment de pressió i de temperatura
Orto (ortogneis)	Prefix que indica que la roca mencionada deriva d'una roca ígnia
Para (paragneis)	Prefix que indica que la roca mencionada deriva d'una roca sedimentària
Paragènesi	Conjunt de minerals d'una roca, formats sota unes condicions físiques i químiques determinades. Les paragènesis varien en canviar la pressió i/o la temperatura i per tant en són indicatives, i també ho són de les zones metamòrfiques
Pelita (argila, llim)	Roca sedimentària detrítica en què la majoria de partícules són inferiors a 1/16 mm.
Pissarra	Metapelita de gra fi, de grau metamòrfic molt baix
Porfiroblast	Cristall format durant el procés metamòrfic, de mida gran
Psammita (sorra)	Roca sedimentària detrítica de partícules compreses entre 1/16 i 2 mm.
Zona metamòrfica	Part d'una regió metamòrfica, caracteritzada per la presència d'un mineral (mineral índex) o paragènesi mineral, que indica les condicions de pressió i temperatura sota les quals es va formar; està limitada per dues isògrades, una de superior i una altra d'inferior

EL METAMORFISME

El metamorfisme al cap de Creus és de tipus regional, de pressió baixa; a la major part del massís el grau metamòrfic és baix; a la part nord, però, des de Cadaqués-Port de la Selva cap al nord, el grau metamòrfic augmenta progressivament i així hom passa successivament de pissarres a filites i a esquists i d'esquists amb paragènesis mineralògiques de grau baix fins a esquists de grau metamòrfic alt. En determinades zones de la part nord, com Tudela o punta dels Farallons, afloren granitoides i migmatites formades a partir de l'anatèxia (fusió) dels esquists, la qual cosa assenyalava també que la part més septentrional del massís formava part de l'edifici orogènic profund.

A partir de la seqüència metasedimentària, s'han establert les següents zones metamòrfiques:

Grau metamòrfic baix o molt baix:

- zona de la clorita-moscovita: la paragènesi més freqüent en les metapelites és el quars, la moscovita i la clorita
 - zona de la biotita: la paragènesi més freqüent en les metapelites és el quars, la biotita, la moscovita i la clorita
- $\text{Moscovita} + \text{clorita} + \text{quars} = \text{moscovita} + \text{clorita} + \text{biotita}$

Grau metamòrfic mitjà:

- zona de la cordierita-andalusita: en els nivells metapelítics apareixen porfiroblasts d'aquests minerals; en les metapsamites apareixen granats almandínics
- $\text{Biotita} + \text{clorita} + \text{moscovita} + \text{quars} = \text{biotita} + \text{clorita} + \text{cordierita} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cordierita} + \text{biotita} + \text{moscovita} = \text{cordierita} + \text{biotita} + \text{andalusita} + \text{quars}$

Grau metamòrfic mitjà i alt:

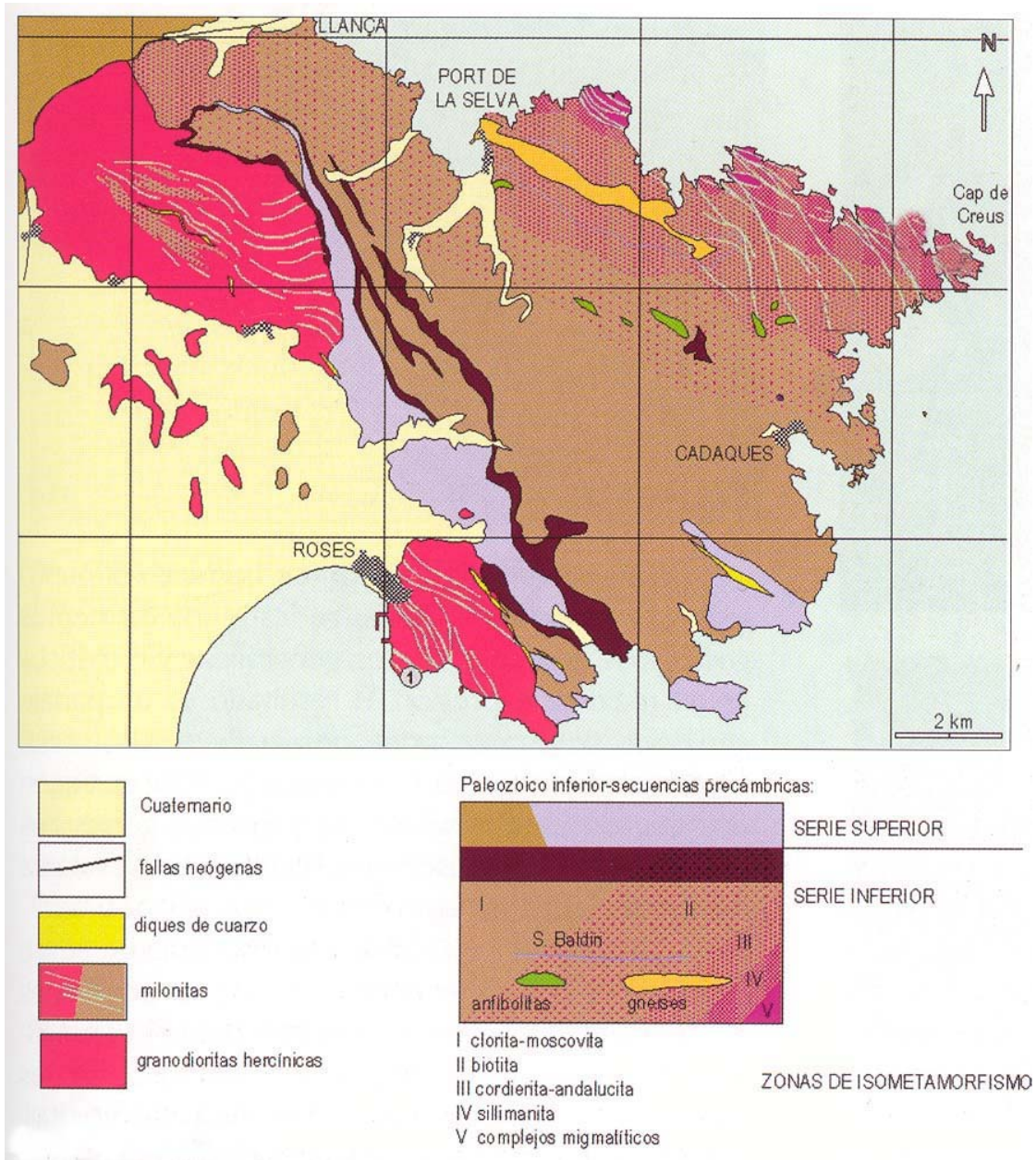
- zona de la sil·limanita-moscovita

Complexes migmatítics:

S'han format per anatèxia (fusió) dels metasediments, induïda per la calor aportada per la intrusió de masses magmàtiques, de tonalites i quarsdiorites i/o com a conseqüència de la calor existent en les parts més pregones de l'orogen; la fusió dels metasediments ha estat induïda també per les pressions. Es localitzen en determinades àrees de la part septentrional de la península, com punta dels Farallons o Volt Andrau.

El metamorfisme de contact també és present al cap de Creus; es desenvolupa al voltant de les intrusions de granitoides degudes a la calor aportada pel magma granodiorític, que en refredar-se formà els cossos intrusius que afloren a la serra de Rodes i a Roses.

Al llarg dels cisallaments s'ha produït un metamorfisme dinàmic que ha comportat la formació de milonites, roques resultants de la intensa deformació causada per pressions dirigides, en què els minerals de la roca original han sofert trencaments, cristal·litzacions, i una gran reducció de la mida del gra. Aquest metamorfisme ha afectat també la granodiorita en formar-se, a més de milonites, ortogneis.



Mapa geològic del cap de Creus segons J. Carreras

FILITES I ESQUISTS

Les filites i els esquists formen la major part del massís del cap de Creus. S'han format pel metamorfisme de primitives roques sedimentàries lutítiques (argiloses) i psammitiques (gresoses) del període Cambroordovicià. Aquesta sèrie sedimentària fou plegada i metamorfitzada en el Carbonífer durant l'orogènesi herciniana.

Al massís del cap de Creus, hom pot distingir-hi dues sèries metasedimentàries:

- Sèrie inferior, en la qual es pot diferenciar l'anomenada sèrie de Cadaqués, constituïda per una alternança de metapelites (metaargilites) i metapsamites (metagresos), i al damunt d'aquesta, la sèrie de Montjoi, formada sobretot per metapelites. Es creu que la potència d'aquesta sèrie inferior té uns 1.700 metres, malgrat que no se'n té certesa, degut que no se'n coneix la base.

- Sèrie superior, dipositada discordantment sobre l'anterior, està formada per metasediments silicicoclàstics i carbonatats i s'anomena sèrie de cap Norfeu.

Les metapelites i els metagresos del cap de Creus són pissarres, filites i esquists. La distinció al camp entre aquestes tres roques pot resultar confusa; cal observar les roques al microscopi, doncs, per tal de poder-les diferenciar. Així, diferenciarem un esquist de grau baix d'una filita perquè el gra és una mica més gran en l'esquist, i podrem distingir vagament, per la brillantor i el color negre, els cristalls de biotita formats per metamorfisme; en la filita el gra és més fi i encara ho és més en la pissarra; en els esquists de grau mitjà i alt, la distinció és clara perquè el gra ja és més gros. Al cap de Creus, els esquists apareixen, aproximadament, a partir de la línia Cadaqués-Port de la Selva cap al nord i és únicament en aquest sector septentrional on hom pot parlar d'esquists; en els sectors meridional i central, les metapelites són pissarres i filites.

Al cap de Creus, els esquists presenten esquistositats ben visibles, formades pels plegaments de la sèrie sedimentària durant l'orogènesi herciniana i també presenten zones de cisallament formades en la darrera etapa deformant herciniana.

Des de la pissarra, molt poc afectada pel metamorfisme, l'esquist amb biotita de grau baix i fins a l'esquist de grau metamòrfic alt, el tamany del gra augmenta progressivament, tal com es pot apreciar en les fotografies següents:



Filita de la zona d'isometamorfisme clorita-moscovita. Presenta clivatge, quasi paral·lel a l'estratificació original (el clivatge o pissarrostat, el conformen els plans visibles). Cadaqués



Esquists de la zona d'isometamorfisme de la biotita, de grau baix. Presenta cristalls de **biotita** (es poden distingir a ull nu per la brillantor i el color negre) apareguts durant el procés metamòrfic. El gra és més gran que en el cas anterior. Presenta esquistositat, quasi paral·lela a l'estratificació original. S'Alqueria



Esquists de la zona de cordierita-andalusita, de grau mitjà, a la caleta de Sant Lluís (Guillola). Es poden apreciar a ull nu els minerals grans (dreta). S'observa una foliació, d'origen tectònic (esquistositat), de cabussament moderat



Esquists de la zona de la sil·limanita, de grau alt. Els minerals són identificables a ull nu. Tudela



Els esquists que reben la salabror del vent carregat de partícules, s'erosionen i es formen **taffone** i **alvèols**. Cala Jugadora (esquerra) i Tudela (dreta)

Intercalats en la sèrie inferior s'han reconegut d'altres conjunts litològics de menors dimensions: les quarzites, les amfibolites i l'anomenat complex de Sant Baldiri, format per diverses litologies.

Les quarzites

Les quarzites afloren al costat del mas de can Rabassers de dalt, al complex de Sant Baldiri, i a Culip. Les de can Rabassers formen bandes llistades fosques i clares, de gra fi; les de Culip són blanques i de gra més gruixut. Ambdues provenen del metamorfisme de gresos rics en quarz. Les bandes fosques de les quarzites de Rabassers són degudes a la presència de materials carbonosos. La seva potència no supera els cinc metres.



Quarsites llistades a can Rabassers de dalt; els colors foscos són deguts a la presència de components carbonosos



La quarsita, roca molt dura i compacta, és emprada com a material de construcció per fer parets. El mas de can Rabassers de dalt està fet amb quarsita



Aflorament dels nivells quarsítics prop de can Rabassers de dalt

Les amfibolites

L'amfibolita és una roca metamòrfica, formada d'amfíbol i plagiòclasi en proporcions semblants, a més d'altres minerals com quars, epidota, biotita, granat, esfena i calcita. No hi ha certesa de quina és la roca de la qual deriva per metamorfisme però es creu que pot provenir del metamorfisme de roques volcàniques o de roques sedimentàries carbonatades. L'aflorament més gran es troba a l'àrea de far Culip.

El complex de Sant Baldiri

El complex de Sant Baldiri és un conjunt format per roques de varies litologies, esquists negres (contenen metasediments carbonosos que els confereix aquest color), roques calcosilicatades, marbres, quarsites, leucogneises i amfibolites. Al mas de la Birba hi ha un bon aflorament d'aquestes roques. Apareix en diferents indrets del massís, sempre formant conjunts poc potents i mai amb la mateixa associació litològica.



A la cala de s'Alqueria aflora el complex de Sant Baldiri, constituït aquí per nivells d'esquists negres, que deriven per metamorfisme d'argiles sulfuroses, marbres que deriven de calcàries i metavolcanites que deriven de cendres volcàniques

LES MILONITES

Una milonita és una roca metamòrfica que es forma quan una roca primitiva ígnia o metamòrfica és sotmesa a un metamorfisme dinàmic. Comporta una reducció de la mida del gra i el desenvolupament d'una foliació molt aparent. Afecta en general zones estretes que han sofert una intensa deformació.

Les **milonites** del cap de Creus s'han format arran de les **zones de cisallament**, deformacions dúctils que han provocat en la roca afectada la deformació intracristal·lina dels minerals, recristal·litzacions i reducció de la mida del gra, formant-se així una nova roca anomenada milonita. Les característiques de la milonita formada dependran de la

roca de la qual deriva i del domini estructural en què s'ha produït la deformació. Com a conseqüència d'aquesta deformació, la nova roca, la milonita, presenta les següents característiques:

- textura: granoclàstica, caracteritzada per un conjunt de petits grans minerals de mida semblant i molt fina, resultat del trencament i la recristal·lització dels grans de la roca primitiva
- mineralogia: els canvis mineralògics que es produeixen en la roca primitiva són els següents: la biotita, la cordierita, la sil·limanita i l'andalusita es converteixen en clorita i el quars, els feldspats, la turmalina i els granats romanen en la nova roca.

Al cap de Creus les cisalles afecten tant a les roques metamòrfiques com a les filonianes, -per exemple, les pegmatites- i a les plutòniques -com els granitoides-.

En els granits, les zones de cisallament han produït la gneissificació dels granits afectats, i s'ha format per tant un ortogneis (gneis que deriva del metamorfisme d'un granitoide).

La formació d'aquestes milonites lligades a les zones de cisallament és posterior a tots els processos ocorreguts en el massís, com ara les estructures generades en les fases de plegament o la formació dels granitoides intrusius entre d'altres, ja que talla a tots ells. Es creu que la seva formació correspon al cicle orogènic hercinià, però no es descarta una edat posterior.



Zona de cisallament a cala Culleró



Milonites amb la **foliació milonítica** ben manifesta. Les bandes clares corresponen a quars i feldspats alcalins; les bandes fosques són de clorita i plagiòclasi càlcica entre d'altres. Cala Culleró

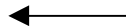




Milonites amb la foliació característica a cala Culleró formades en esquists de la zona de la sil·limanita-feldspat potàsic. Per efecte del cisallament, es produeix una reducció de la mida dels grans minerals, acompanyada de recristal·litzacions i deformacions intracristal·lines



Foliació milonítica en pegmatites de cala Culleró. La mineralogia n'és quasi la mateixa de la roca original; s'observa, essencialment, quars i feldspat i alguns cristalls de clorita i granat entre d'altres





La caleta de rec de'n Sapes ha estat excavada seguint una zona de cisallament; s'hi poden apreciar les **milonites** per la **foliació** ben manifesta que presenten així com un dic de pegmatita que ha estat afectat i desplaçat per aquesta deformació



Milonites formades en esquistos de la zona sil·limanita-feldspat potàsic.

Detall de la **foliació milonítica**.

El bandejat correspon a minerals clars com quars i/o feldspat i minerals foscos com ferromagnèsics, miques, sil·limanita i plagiòclasi càlcica



Zona de cisallament i milonita associada en els esquists, al camí cala Galladora

Les zones de cisallament, amb la consegüent formació de milonites, afecten tot tipus de roques. En els granits produeixen una foliació resultat del trencament dels minerals grans i del creixement dels minerals d'hàbit planar en la direcció del cisallament. Comporta també la gneissificació del granit, és a dir, el cisallament ha produït la formació d'un ortogneis (gneis que deriva d'un granitoide).



Milonites (bandes fosques) a la granodiorita de Roses



Ortogneis



Milonita en granodiorita

Foliació gneíssica i foliació milonítica
sota el far de Roses

LES MIGMATITES

Al cap de Creus afloren roques que han estat formades en zones profundes de l'escorça, on les temperatures, juntament amb les pressions de confinament i de deformació, han produït la fusió de les roques metamòrfiques més pregones, conduint a la formació de magmes anatèctics, els quals, en solidificar, han originat noves roques. Els magmes anatèctics s'han format, tal com indica el seu nom, mitjançant un procés d'anatèxia (fusió) de roques preexistents, a grans profunditats corticals. El fet que aquestes roques, formades a una gran profunditat per processos de fusió i cristal·lització posterior, avui aflorin i puguin ser observades i estudiades, és degut a moviments tectònics que han aixecat les parts més pregones de la vella serralada herciniana i a processos erosius posteriors que han desmantellat les roques dipositades a la part superior.

MIGMATITA

Una migmatita és una roca "híbrida" formada per dos components, l'un de naturalesa ígnea plutònica, sovint granítica, anomenat *neosoma* i l'altre de tipus metamòrfic, anomenat *paleosoma*. Ambdós components es barregen entre si, originant estructures d'interpenetracions variables.

Gènesi

En la gènesi d'aquestes roques ha intervingut lògicament un procés de fusió que és el que ha originat el component plutònic. Aquesta fusió s'ha fet a expenses de roques metamòrfiques preexistents que han assolit el punt de fusió degut a les elevades temperatures de l'interior de la terra, a les pressions i a la presència d'aigua. La fusió també pot haver estat produïda per la introducció d'un magma profund que ha aportat la calor suficient per fondre la roca metamòrfica preexistent.

Degut que la fusió no ha estat total, les restes de la roca metamòrfica que no s'han fos es mesclen amb els components magmàtics que han cristal·litzat, originant així una migmatita.

Des dels voltants de la punta del Farallons fins a les rodalies del puig de la Sardina hom pot observar bons exemples d'aquest tipus de roca, manifestada en un conjunt de complexos migmatítics que mostren diferents estructures de migmatització amb variabilitat dels components plutònics i metamòrfics.

Granitoide: roca plutònica que aflora en els penyals de punta dels Farallons, creada a partir de la cristal·lització d'un magma, el qual s'ha format per la fusió (anatèxia) d'esquists primitius. Els minerals de tons clars, blanquinosos, són quars i feldspat; els foscos, ferromagnèsics (miques i d'altres)



La fusió dels esquists no ha estat total; s'han fos els més pregons o els que han entrat en contacte amb un magma ascendent profund que els ha fos per la calor aportada. S'ha originat així una roca amb components granítics (formats per la cristal·lització del magma) i components metamòrfics (que han escapat al procés de fusió, anomenada migmatita).

MIGMATITA: la roca de tonalitats clares, amb textura granada, és el granitoide; les roques més fosques són els esquists.

El component granític s'anomena NEOSOMA i el component metamòrfic s'anomena PALEOSOMA. Hom pot parlar també de granitització per referir-se als processos pels quals roques preexistents (en aquest cas els esquists) esdevenen granits. Aquest procés de granitització es produeix en zones corticals profundes on les roques es fonen i on es formen magmes.

Es realitza el següent procés:

esquist



fusió total o parcial en parts profundes de l'orogen (augment de la temperatura en profunditat o augment de la temperatura per contacte amb un magma)



formació magma



refredament magma → **granit**
(cristal·lització) → **migmatita**





Migmatites: algunes estructures de les roques metamòrfiques es conserven en la migmatita. Aquí hom pot reconèixer traces de foliacions primitives

LES ROQUES ÍGNIES

Els afloraments més abundants d'aquests tipus de roques són els granitoides i dioritoides i els dics de pegmatites.

PLUTÒNIQUES

Les roques plutòniques es concentren als indrets següents:

1- A la vora sud del massís, formant els plutons de naturalesa granodiorítica de Roses i Rodes amb acompanyament filonià d'aplitès. Aquests cossos granítics, es varen intruir en nivells estructurals alts de la sèrie metasedimentària del període Cambro-ordovicià. El seu emplaçament és posterior a la primera fase deformant herciniana, ja que talla l'esquistositat regional, i és anterior a la darrera etapa deformant en què es formaren les cisalles, ja que els granits a què ens referim es troben afectats per aquestes darreres deformacions. Les cisalles varen produir en aquests cossos granítics la formació de milonites i bandes gneissificades (ortogneis).

2- A la part nord, on formen cossos intrusius de naturalesa variada; així, s'han reconegut els següents tipus:

- seqüència calcoalcalina: gabres, quarsdiorites, tonalites, granodiorites i granits
- de composició alcalina: leucogranits i pegmatites (filonianes)

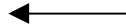
La formació d'aquestes roques plutòniques és anterior a la darrera etapa deformant herciniana, ja que es troben afectades per cisallaments.

Ambdós conjunts deuen la seva gènesi i el seu emplaçament a processos desenvolupats durant l'orogènesi herciniana. D'altres roques aflorants, com els gneissos d'el Port de la Selva i les metabassites, són roques inicialment ígnies intruïdes amb anterioritat a l'orogènesi herciniana que durant aquesta etapa foren afectades de metamorfisme.

El magmatisme desenvolupat durant l'orogènesi herciniana es produí en relació a processos d'anatèxia dels metasediments (esquists) més pregons del cinyell orogènic i també a ascensions de magmes més profunds, generats en el mantell, per la fusió de roques corticals en les zones de subducció; es creu que al cap de Creus i també al conjunt del Paísos Catalans, moltes roques ígnies plutòniques procedeixen de magmes híbrids, és a dir, de la mescla de magmes generats per la fusió dels metasediments amb magmes procedents del mantell. Les pegmatites i els leucogranits s'haurien generat a partir de magmes formats per la fusió dels esquists més profunds, en tant que els magmes calcoalcalins resultarien de la hibridació de magmes procedents del mantell amb materials de l'escorça.



Granodiorita de Roses amb enclavament de composició quarsdiorítica. Els grans de tons clars són de feldspat i quars; els minerals foscos són biotita i hornblenda. L'enclavament és format per plagiòclasi, hornblenda, biotita, augita i quars (menys d'un 5%). La textura n'és granada



Granitoides als voltants de punta dels Farallons. Els minerals clars són quars i feldspat i els foscos són mica i hornblenda; la textura és granada

LES PEGMATITES

Les pegmatites destaquen en el relleu per les seves tonalitats clares i també perquè hi ocupen posicions dominants degut que la seva resistència a l'erosió és superior a la dels esquists. Les accions combinades de l'abrasió de l'aigua marina durant els temporals i els aerosols salins carregats de partícules, colpeixen aquestes roques, que adopten formes espectaculars; en algunes s'han desenvolupat *taffone* i alvèols, tot i que aquesta forma erosiva no és tan freqüent com en els esquists.



Les **pegmatites** ocupen posicions dominants en el relleu degut que s'erosionen més lentament que els esquists encaixants. Tudela



Pegmatita en els penya-segats de cala Prona

Pegmatites encaixades en esquists de la zona metamòrfica de la sil·limanita



Dics de **pegmatita** prop del far. Al fons, cala Culip



Dic de **pegmatita** en els penya-segats de cala Prona

Les pegmatites solen formar dics d'amplada variable, però també formen cossos irregulars degut a injeccions discontinües del magma, fetes a pulsacions



Contacte irregular entre la **pegmatita** i l'esquist encaixant. Penya-segat de cala Prona



Dics i cossos irregulars de **pegmatites** a una caleta de la zona de Tudela



Caleta rec de'n Sapes



punta dels Farallons

Les accions geològiques de l'onatge marí i el vent salabrós carregat de partícules es conjunquen per modelar en les pegmatites formes realment singulars

Característiques petrològiques de les pegmatites

Mineralogia:

- essencials: quars, feldspat
- accessoris: miques i d'altres ferromagnèsics com turmalina o granat

Textura: granada de gra molt gran, anomenada també pegmatítica

Jaciment: es presenta en dics i cossos irregulars

Gènesi: refredament i consegüent cristal·lització d'un magma residual ric en quars i feldspat que s'ha emplaçat en el si d'altres roques de naturalesa ígnia o metamòrfica. S'ha arribat a la conclusió que les pegmatites del cap de Creus provenen d'un magma format per la fusió de les roques esquistoses regionals en parts profundes de orogen hercinià. Apareixen a la zona de la cordierita-andalusita malgrat que són més abundants a la zona de la sil·limanita.

Tipus: ígnia, filoniana (hipabissal)

Les pegmatites del cap de Creus presenten minerals accessoris molt ben desenvolupats i de mida força gran. N'hi ha alguns de rars, motiu pel qual han estat objecte d'expoliacions incontrolades i il·legals; així, s'han trobat granats, turmalines, biotita, moscovita, cassiterita, lazurita (o lapis-làzuli), beril·le o purpurita. Alguns minerals de les pegmatites van ser objecte d'explotacions en el passat, com va ocórrer al terme de Cadaqués, on resten unes antigues explotacions de moscovita.

Pegmatita amb granats. Tudela

Cristalls de granat que segueixen la direcció del flux d'emplaçament del magma residual pegmatític



Els minerals de color blanc de brillantor vítria són de **quars**, els blancs mats són de **feldspat** i els foscos són de **mica**



Granats en pegmatita a Tudela



Cristalls de **turmalina** (negra) en pegmatites entre Tudela i cala Culip.
Els minerals de tons clars són de **quars** i **feldspat**



Cristalls de **turmalina** (negra) en pegmatites. Zona del far.
Els minerals de tons clars són de **quars** i **feldspat** mentre que els tons rogencs són deguts a l'òxid de ferro



Cristalls de **mica** en pegmatites. Tudela-cala Culip



Cristalls de **turmalina** en pegmatites.
Camí de cala Serena.
Els minerals de tons clars són de quars i feldspat i
els tons rogencs són deguts a l'òxid de ferro

TECTÒNICA DEL CAP DE CREUS

Conceptes previs :

Estructures tectòniques: són les adquirides posteriorment a la formació de la roca, per esforços deformants. Distingirem entre:

- estructures de dimensions compreses entre un metre fins a desenes, centenars o milers de metres, reconeixibles en el terreny i cartografiables, com ara plecs, falles, encavalcaments o mantells de corriment
- estructures de mides compreses entre un metre i dimensions microscòpiques, algunes reconeixibles en el terreny i cartografiables i d'altres reconeixibles únicament amb el microscopi, com ara foliacions i recristal·litzacions

Unes i altres es complementaran per l'anàlisi i l'estudi estructural d'una regió.

Cal també fer les següents consideracions: el comportament mecànic dels materials davant els esforços deformants aplicats sobre una part de l'escorça és diferent segons sigui la profunditat en què es troben les roques; així, en les parts pregones de l'orogen, les roques tenen un comportament més plàstic i per tant les estructures que es generaran seran diferents que les formades en materials situats en zones més superficials de l'edifici estructural orogènic. A partir d'una certa profunditat -alguns milers de metres-, on els materials suporten una elevada pressió litostàtica (pressió produïda per la càrrega dels materials superiors), degut als esforços deformants, les roques experimenten transformacions metamòrfiques i es formen **plecs** amb **esquistositats** associades, entre d'altres estructures. A més profunditat s'assoleixen les condicions de fusió (**anatèxia**).

El massís del cap de Creus forma part d'un edifici estructural orogènic profund en què s'han desenvolupat processos metamòrfics i s'han format estructures pròpies d'aquests dominis, com foliacions, cisallaments i processos anatèctics.

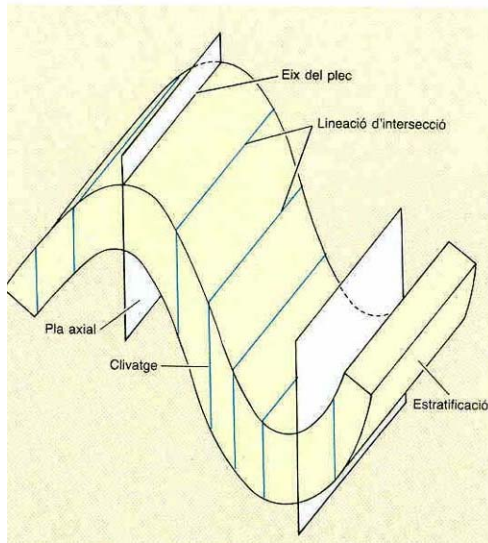
Foliació: estructura planària d'una roca metamòrfica generalment visible a ull nu. Es tracta d'una anisotropia planar. Podem distingir-hi les estructures següents:

-clivatge: plans paral·lels de superfícies llises. És sinònim de pissarrostat. S'aplica a roques de grau metamòrfic baix o molt baix. Es forma per reorganització dels minerals planars, degut a la pressió de càrrega litostàtica (de confinament) i als esforços tectònics. Es presenta en roques de gra fi.

-esquistositat: s'aplica a roques de grau metamòrfic mitjà i alt. Es forma per reorganització, deformació i recristal·lització segons plans determinats, independents de l'estratificació general de la roca, produïts per les deformacions dels esforços tectònics. El gra mineral de la roca és més gran que en el clivatge ja que el grau metamòrfic és major.

-foliació milonítica: es forma en roques afectades per cisallament. Comporta una reducció de la mida del gra i un procés de recristal·lització amb una reorientació molt marcada. D'aquesta deformació, en resulta una nova roca anomenada milonita.

Cisallament: estructura de deformació dúctil, és a dir, que comporta l'estirament o aixafament d'un mineral o d'una roca sense trencar-se. Al cap de Creus, les zones de cisallament porten associades la formació de milonites i també la gneissificació dels granits (ortogneis).



CLIVATGE/ESQUISTOSITAT

A partir d'una profunditat mínima que determina una pressió litostàtica suficient, es forma, associat al plegament, un **clivatge** o una **esquistositat** paral·lelament al pla axial dels plecs; la intersecció dels plans d'esquistositat amb el sostre o mur de l'estrat produeix **lineacions**. Aquestes estructures són observables en l'aflorament. Els plans d'esquistositat poden obliterated l'estratificació original i també les estructures majors (plecs) que les han produït. Una esquistositat pot ser plegada i se'n pot formar una altra degut a nous plegaments suportats per les roques. Al cap de Creus, en una primera fase es produí una esquistositat regional que fou posteriorment plegada formant-se'n així una de nova

Les estructures tectòniques del cap de Creus han estat produïdes per les forces deformants de l'orogèsi herciniana que conduïren a la formació de la serralada herciniana, de la qual el massís del cap de Creus forma part.

Hi han estat reconegudes diverses fases de deformació:

- 1- En un primer episodi deformant, la sèrie sedimentària del Cambroordovicià es plegà; es varen formar plecs que originaren una esquistositat, que és quasi paral·lela a l'estratificació original; aquesta esquistositat té direcció nord-sud amb cabussament de moderat a alt. Els plecs no són reconeixibles degut que han estat obliterated per la pròpia esquistositat i per les deformacions posteriors.
- 2- Un segon episodi plegà l'anterior estratificació i la primera esquistositat. Els plecs són de pla axial quasi vertical i direcció NE-SW i ENE-WSW i porten associats la formació d'esquistositat de crenulació.
- 3- El tercer episodi produí, en condicions metamòrfiques retrògrades, plecs de direccions E-W i NW-SE i cisallaments, associats als quals es varen formar milonites. Els cisallaments varen afectar també els granitoides, les migmatites i les pegmatites.

La disposició en forma de dom del massís s'atribueix als esforços generats durant l'orogènia alpina durant l'emplaçament dels mantells de corriments pirinencs a l'Eocè superior; s'han reconegut superfícies de lliscament horitzontals a cap Norfeu i a cap Blanc, amb moviments dels blocs superiors cap al sud, que podrien estar relacionats amb l'emplaçament esmentat.

FOLIACIONS

Les foliacions es varen produir com a conseqüència dels plegaments de la sèrie sedimentària datada del Cambroordovicià. En una primera fase deformant es crearen plecs que originaren un **clivatge** o una **esquistositat** de pla axial, penetratius (que afecta tota la roca a escala mesoscòpica). Aquesta esquistositat àmpliament reconeguda a tot el cap de Creus és sensiblement paral·lela a l'estratificació original. Els plecs (macroestructures) que varen originar aquesta esquistositat no són observables actualment ja que han estat obliterats per deformacions posteriors. L'esquistositat esmentada, de direcció preferent nord-sud, presenta un cabussament de moderat a alt.

En una segona fase deformant, es va produir el plegament de l'esquistositat anteriorment formada. Posteriorment, nous esforços varen produir la formació de zones de cisallament i la foliació milonítica associada a aquesta deformació.

CLIVATGE (en roques de grau metamòrfic baix)



El terme **clivatge** s'aplica a roques de gra fi afectades per un metamorfisme de grau baix o molt baix; per tant, no podem distingir els minerals a ull nu. Els plans visibles que mostren un cabussament elevat constitueixen el clivatge o pissarrositat. Carretera de Cadaqués





ESQUISTOSITAT (en roques de grau metamòrfic mitjà o alt)



Esquistositat en els esquists de grau metamòrfic mitjà a la caleta de Sant Lluís (Guillola). Els cristalls es poden distingir a ull nu com a conseqüència del major grau metamòrfic, fet que comporta un augment de la mida dels cristalls. Aquestes roques estan formades per quars, miques, feldspats, cordierita i andalusita entre d'altres. La presència d'andalusita i cordierita determina la zona d'isometamorfisme andalusita-cordierita



Esquistositat en els esquists de la zona del far; el gra és més gros com a resultat d'un major grau metamòrfic



Esquistositat en esquistos d'alt grau metamòrfic. Les bandes clares són de quarz i feldspat potàssic; les bandes fosques poden correspondre a cristalls de miques, sil·limanita o feldspat entre d'altres. La presència de sil·limanita defineix la zona d'isometamorfisme de la sil·limanita. Observi's com la mida dels grans minerals és més gran, tal com correspon a roques de major grau metamòrfic. Tudela

ESQUISTOSITAT PLEGADA

En una etapa deformant posterior, es varen plegar novament les roques i també ho va fer l'esquistositat formada anteriorment. Els plecs majors (macroestructures) que varen generar aquestes estructures, no reconeixibles degut que han estat obliterats per l'esquistositat, són de pla axial vertical o molt inclinat i de direccions NE-SW i ENE-WSW.

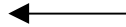


A la zona del far

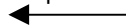




Esquists amb **esquistositat plegada** a la zona del far. Els esquists són d'alt grau metamòrfic; pertanyen a la zona de sil·limanita-feldspat potàssic



Esquistositat plegada en esquists d'alt grau metamòrfic; zona de la sil·limanita-feldspat potàssic. Prop de cala Fredosa



Esquistositat plegada en esquists. Carretera que porta a Tudela



Esquistositat plegada en esquists d'alt grau metamòrfic als penya-segats de cala Prona. Pertanyen a la zona de la sil·limanita-feldspat potàssic

Les bandes més clares les formen els minerals clars com quars, feldspat potàssic i sòdic. Les bandes fosques estan formades per minerals de color fosc com miques, plagiòclasi càlcica i sil·limanita

CISALLAMENT

Posteriorment a les fases esmentades, es produïren nous esforços deformants que van originar zones de cisallament; aquesta estructura dúctil va produir un estirament de la roca afectada que originà una reducció de la mida del gra i recristal·litzacions segons la direcció del cisallament, formant-se així una nova roca anomenada milonita, la qual mostra una foliació (foliació milonítica) molt marcada. Aquestes zones de cisallament tenen direccions d'est-oest a nord-oest—sud-est.



Pegmatites afectades per **cisallament** a cala Culleró. Per efecte d'aquesta deformació, una part del dic queda desplaçat uns 50 metres. Es veu clarament la foliació formada en la pegmatita deguda al cisallament



Esquists d'alt grau metamòrfic afectats per **cisallament** a cala Culleró



Cisallament en esquists d'alt grau metamòrfic a cala Prona. Observi's com la zona de cisallament talla transversalment l'esquistositat plegada; això demostra que el cisallament és posterior a la segona fase deformant que va plegar l'esquistositat

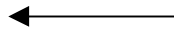




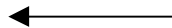
Zona de **cisallament** a caleta de rec de'n Sapes (punta dels Farallons) i milonita associada. El dic de pegmatita (foto esquerra) en resulta afectat i desplaçat per efecte de l'estirament (cisallament)



Zona de **cisallament** al camí de cala Jugadora



El **cisallament** va afectar també els granitoides produint **milonites** (bandes fosques allargades) i la gneissificació de la granodiorita.
Granodiorita de Roses, entre el far i Canyelles



ENCLAVAMENTS

Un enclavament és un fragment de roca, de naturalesa ígnia o metamòrfica, inclòs en una roca ígnia. Sovint, la presència d'aquests fragments en una roca ígnia corresponen a trossos de roca que el magma ha inclòs en el seu si en el decurs del seu emplaçament, quan el magma encara no havia cristal·litzat, tal com ha succeït en els enclavaments en les pegmatites que es mostren en les imatges següents:



Enclavament d'esquist en pegmatites, a Tudela. L'esquist mostra esquistositat plegada. El magma residual pegmatític, format en les parts més pregones de l'orogen per la fusió de les roques esquistoses, ascendeix i s'injecta en les roques; alguns fragments de la roca encaixant esquistosa queden englobats pel magma; la temperatura del magma, però, no és prou elevada com per fondre els fragments; un cop solidificada la pegmatita, resten com a enclavaments



Enclavaments d'esquist en pegmatites prop de can Rabassers de dalt



Enclavament quarsdiorític en granodiorita de Roses. Aquest enclavament pot representar les restes d'un magma més bàsic procedent del mantell. Entre el port de Roses i Canyelles

MORFOLOGIA DEL CAP DE CREUS

La península del cap de Creus, modelada i articulada per la **força erosiva marina** dels temporals de tramuntana i les llevantades, pel **vent humit salí** carregat de partícules i per les torrenteres que solquen el massís, presenta unes formes de relleu espectaculars. La seva morfologia única és el resultat de l'actuació dels agents geològics abans esmentats, que han incidit sobre un rocam i unes estructures que n'han determinat les característiques singulars.

La **duresa** i **compacitat** de les roques que formen el massís i l'acció erosiva o d'abrasió de l'aigua marina, han fet que bona part de la costa adopti la forma de **penya-segat**. Els penya-segats es veuen interromputs per **cales** que s'han obert aprofitant l'acció de l'aigua marina; es tracta d'**estructures**, com **fractures, eixos de plegament, zones de cisallament** o materials més erosionables, on l'aigua ha pogut excavar amb més facilitat.

Els aerosols salins i el vent carregat de partícules han erosionat les roques, especialment els esquists i també els granits i les pegmatites, originant nombrosos **alvèols, taffone** i **coves** que confereixen, per llur abundància, una nova singularitat al massís. L'acció combinada d'aquests agents geològics, l'aigua i els aerosols salins ha produït formes de relleu realment espectaculars.

Les pegmatites, per llur major resistència a l'erosió que els esquists, destaquen en el relleu, ocupant posicions dominants a la part septentrional.

FORMES DE MODELAT SINGULARS

Tot el massís en conjunt ofereix una morfologia única i admirable; però és en les pegmatites on s'han modelat unes formes veritablement singulars.

Formes de modelat singulars de pegmatites, entre Tudela i cala Culip





Dics de pegmatita en esquists.
Entre cala Galladera i cala Portaló



ALVÈOLS I TAFFONE

Els taffone tenen una mida compresa entre deu centímetres i pocs metres, i els alvèols són més petits. Ambdós es formen per l'acció del vent carregat de partícules que impacten sobre la roca, els aerosols salins i els esquitxos de les onades.



Taffone i alvèols als penya-segats esquistosos, entre Tudela i cala Culip



Taffone i alvèols als esquistos, entre cala Galladera i cala Portaló



Entre cala Galladera i cala Portaló

En esquists



Prop de cala Fredosa



En les pegmatites, entre Tudela i cala Culip



En els esquists de la zona del far



en la granodiorita de Roses



Taffone en pegmatites entre cala Galladora i Portaló

CALES

L'aigua marina i les torrenteres que solquen el massís n'han aprofitat les estructures tals com zones de cisallament -Culip, Fredosa, Culleró, Prona, Jugadora, cova de s'Infern, etc.- eixos de plegament -Montjoi i Calitjar- i fractures -Rostella- que són vies de penetració de l'aigua, per excavar i modelar les cales. Altres cales s'han excavat entre dos caps de materials més lents d'erosionar; és el cas de cala Murtra, excavada entre cap Blanc i cap Trencat, ambdós de naturalesa marmòria i cala Lledó, excavada entre cap Trencat i punta Falconera, de naturalesa granítica. El frau de sa Clavaguera, que ha originat l'illot de s'Encalladora, s'ha format també seguint una zona de cisallament. L'orientació d'aquestes cales segueix la direcció de les estructures esmentades.

Cales formades per erosió seguint les zones de cisallament



Cala Culip



Cala Prona



cala Serena



cala rec d'en Sapes



s'eixugadora de sa Fredosa



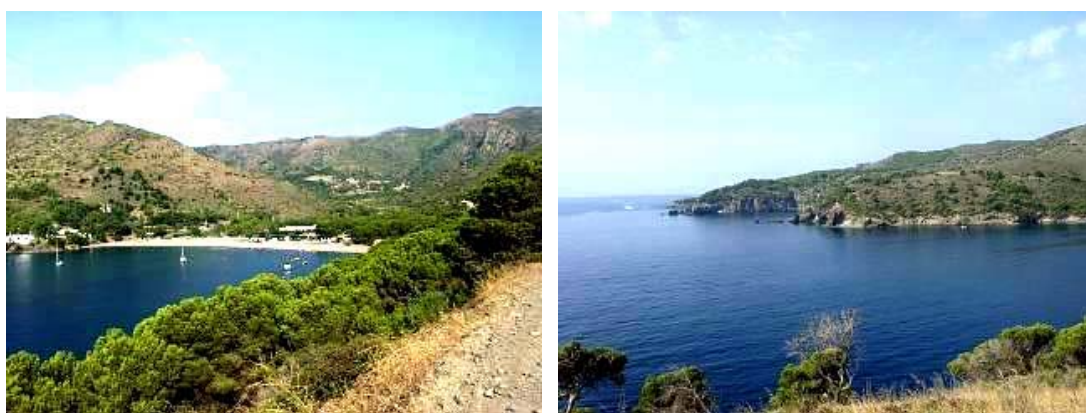
cala Jugadora



la cova de l'infern

Cales formades seguint eixos de plegament majors

D'altres cales s'han excavat seguint també direccions estructurals dominants, com falles o eixos de plegament majors o també al llarg de materials més erosionables que els adjacents. Així, cala Montjoi i cala Calitjar s'han format seguint la direcció d'eixos sinclinal i anticlinal respectivament de direccions NW-SE, cala Rostella segueix una falla de direcció NW-SE, cala Murtra i cala Lledó s'han obert entre dos caps de materials més lents d'erosionar; la primera entre cap Blanc i cap Trencat, ambdós de naturalesa marmòria i la segona entre cap Trencat i punta Falconera, de naturalesa marmòria i granítica respectivament.



Cala Montjoi s'obre seguint la direcció NW-SE d'un eix sinclinal



Cala Calitjars s'arreglera segons la direcció d'un eix anticlinal

PENYA-SEGATS

La major part de la costa del massís del cap de Creus són penya-segats. S'han format per l'erosió de l'onatge marí, que colpeja amb força la roca impulsat pels forts vents del nord i les llevantades. L'altre condicionant per tal que es formi aquest tipus de costa són la duresa i la compacitat del rocam, característiques que aconsegueixen tant els esquists —que és el material que forma la major part del massís—, com els granits, els marbres, les pegmatites i les migmatites. L'onatge marí erosiona la base del vessant escarpat (sapa), la qual cosa provoca que la part superior s'acabi esfondrant per manca de suport. Com a conseqüència d'aquestes accions, a més de formar-se penya-segats més o menys verticalitzats, es produeix, lògicament, el retrocés de la línia de costa, fet que es detecta perquè, sovint, petits illots que resten separats dels penya-segats, testimonien l'antic front costaner.

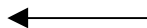


Penya-segats de cala Prona

Excavada en esquists. El morro del fons és la punta dels Farallons travessada per dics de pegmatita



En primer terme, el cap de'n Roig, fet d'esquists; al fons, la badia de Guillola. Els illots, formats pel retrocés del penya-segat, assenyalen l'antiga línia de costa





Penya-segats esquistosos de cala Culip



Penya-segats i coves en els materials calcaris i dolomítics de cap Norfeu.
La naturalesa carbonatada de bona part del cap Norfeu, ha propiciat la formació de coves per la dissolució-carbonatació de la calcària i/o dolomia

El gat, a cap Norfeu



LA VEGETACIÓ DEL CAP DE CREUS

Les espècies i formacions que conformen el paisatge vegetal del cap de Creus formen dos conjunts clarament diferenciats; d'una banda, hi ha les establertes en **la zona litoral**, caracteritzada per estar constituïda majoritàriament per penya-segats i per rebre directament la salabror de l'aigua marina, sigui en forma d'esquitxos de les onades, pels aerosols salins o ambdós alhora; d'altra banda trobem les formacions vegetals instal·lades en les **zones interiors** del massís, les quals s'han adaptat als condicionants imposats pel clima, al sòl i també a les transformacions seculares que han afectat el massís en forma d'incendis i accions antròpiques, com tals massives per instal·lar-hi vinyes, edificacions, etc. Aquestes accions antròpiques han afectat també, lògicament, les zones litorals.

ZONA LITORAL. PENYA-SEGATS

Les comunitats vegetals que s'han establert a la zona litoral estan formades per espècies adaptades tant a la salabror aportada pels esquitxos de les onades i pels aerosols salins, com a les formes de relleu —en la major part penya-segats— i als escassos trossos de sòl que es presenten en petits replans i en escletxes rocoses. Per això hi trobarem sobretot les plantes següents:

Plantes rupícoles: creixen en roquissars i escletxes rocalloses

Plantes halòfiles: creixen en ambients salabrosos

Les comunitats vegetals establertes mostren la disposició zonal següent:

- comunitats a primera línia de mar: reben directament la salabror degut als esquitxos de l'onatge. Hi podem trobar l'armèria marina (*Armeria ruscinoensis*), el limònim (*Limonium virgatum*), la camforada (*Camphorosma monspeliaca*), el fonoll marí (*Crithmum maritimum*), la salsona (*Inula crithmoides*), el polícarp marí (*Policarpon polycarpoides*) i el crespínel (*Sedum sediforme*) entre d'altres.

- comunitats en segona línia de mar: reben la salabror aportada pel vent, però no els esquitxos de les onades. Hi podem trobar el coixí de monja (*Astragalus massiliensis*), el plantatge marí (*Plantago subulata*), la maçanella (*Helicrysum stoechas*), la lleterassa, (*Euphorbia characias*), el lleisó (*Sonchus tenerrimus*) i el donzell marí (*Artemisia gallica*) entre d'altres.

- comunitats establertes en llocs on les condicions ambientals són menys extremes, indrets no tan batuts pel vent i més planers. Hi podem trobar comunitats de plantatge marí (*Plantago subulata*) i bufalaga hirsuta (*Thymelaea hirsuta*) entre d'altres.

**ALGUNES DE LES PLANTES QUE TROBAREM EN ELS ITINERARIS PELS PENYA-
SEGATS DEL CAP DE CREUS**



Donzell marí (*Artemisia gallica*)



Limònium (*Limonium virgatum*)

Penya-segats de cala Prona



Plantatge marí (*Plantago subulata*)
Penya-segats de cala Prona





Prop de Culip



Cap Norfeu

Fonoll marí (*Crithmum maritimum*)



Tudela



Cap Norfeu



Tudela

Coixí de monja/aixorbarrates (*Astragalus massiliensis*)



Mata arrodonida de **coixí de monja**. Tudela



Tudela



El far

Maçanella (*Helicrysum stoechas*)



Tudela



Culip

Salsona (*Inula crithmoides*)



Culip



El far



Tudela

▲
Policarp marí (*Policarpon polycarpoides*)
←



Tudela



El far

Armèria marina (*Armeria ruscinonensis*)



←
 ↓
Camforada (*Camphorosma monspeliaca*)
 Cap Norfeu



Crespinell (*Sedum sediforme*)
 Cap Norfeu



Lletsó (*Sonchus tennerrimus*)
 Zona del far



Bufalaga hirsuta (*Thymalaea hirsuta*)
 El Port de la Selva





Lliri menut (*Iris lutescens*)
Zona del far



Tamariu gal·lic (*Tamarix gallica*). Tudela



***Carpobrotus edulis*. Tudela.**
Aquesta espècie és introduïda; prové de l'Àfrica



ZONES INTERIORS. BROLLES I MÀQUIES

Les brolles i les màquies, especialment les brolles, són les formacions vegetals més abundants de la península del cap de Creus. La màquia conforma un conjunt vegetal, sense arbres, on predomina l'estrat arbustiu alt, d'entre un metre i mig i dos metres. La brolla està constituïda per un estrat arbustiu baix predominant, d'entre mig metre i un metre, sense arbres.

Arran de les comunitats més litorals, on les condicions litorals són menys extremes pel que fa a la salabror aportada pel vent i el pendent del terreny, lluny dels penya-segats, hi podem trobar brucs, estepes, llentiscle, romaní, càdec, pi, cap d'ase, argelaga o gatosa formant conjunts vegetals baixos, principalment arbustius. Aquestes espècies es barregen amb les pròpies de la zona litoral, formant comunitats de transició entre les segones i les més allunyades del mar. Hi trobarem sobretot espècies xeròfites, és a dir, que viuen en ambients secs, com les esmentades, pròpies del clima mediterrani. Per afrontar la sequera, aquestes espècies presenten adaptacions que els permetran reduir la transpiració. Alguns exemples són el caràcter perennifoli de moltes espècies, l'existència de fulles petites a vegades substituïdes per espines, de recobriments ceris o d'essències, o la formació de pilositats en el revers foliar capaces de crear un ambient humit, modificacions totes elles encaminades a disminuir la pèrdua d'aigua pels estomes. El caràcter perennifoli, així com la presència d'una fulla dura i petita, defineixen l'anomenada vegetació esclerofil·la, pròpia dels països mediterranis.

El predomini d'unes o altres espècies en els diferents indrets obeeix a les condicions ambientals diferencials locals que es produeixen, com llocs arrecerats del vent o torrenteres, d'una banda, i també als incendis, de l'altra, factor que provoca el predomini d'espècies oportunistes piròfites, com el garriç, les estepes, els brucs i els pins. Al cantó sud, el més arrecerat dels vents de tramuntana, s'hi poden formar pinedes fins a ben arran del mar.

A les zones més interiors de la península, la formació predominant és la brolla silicícola d'estepes, com els brucs, el romaní i el cap d'ase entre d'altres, on les espècies pirofítiques han colonitzat un territori que anys enrera havia estat intensament conreat, com és el cas de les vinyes, que més tard foren abandonades i el territori on es trobaven ha estat afectat per nombrosos incendis.



Brolla al camí de cap Norfeu; en primer terme, mates d'estepa blanca. A la brolla, els arbres són inexistent o molt escassos; a la foto de la dreta, aïllats, un pi blanc i dues alzines



Brolla amb bruc, càdec, llentiscle, etc. als voltants de puig Culip. La vegetació es concentra en les clotades entre el rocam, on hi pot haver petites parcel·les de sòl



Brolla amb càdec, romaní, bruc i estepa dominants. Al fons, arran de mar, Tudela



Llentiscle (*Pistacea lentiscus*)



Càdec (*Juniperus oxycedra*)

A la zona del far, molt batuda per la tramuntana, algunes espècies adopten formes de protecció front el fort vent; el llentiscle adopta a vegades formes arrodonides i el càdec creix arraulit a favor de la direcció del vent



Càdec que creix a favor de la direcció del vent



Llentiscle (*Pistacea lentiscus*)
voltants de puig Culip



Brolla prop de can Rabassers de baix



Brolla amb **càdec, romaní, bruc i estepa**
prop del coll de ses Portes

Els incendis reiterats al cap de Creus, fan que prosperin les espècies anomenades pirofítiques, com brucs, estepes o garric, les quals disposen d'òrgans subterranis i/o llavors incombustibles que poden rebrotar o germinar després d'un incendi. Després de repetits incendis, moltes espècies desapareixen, però sempre van quedant les pirofítiques, que poden acabar essent pràcticament les úniques colonitzadores del territori.



Brolla amb **estepa negra** dominant;
voltants de can Rabassers de dalt



Brolla amb **bruc** dominant;
entre can Rabassers de dalt i camí de cala Jugadora



Arbusts calcinats a cap Norfeu. Després d'un incendi, les espècies oportunistes s'instal·len ràpidament, però poc a poc, les espècies rebrotadores, com brucs, argelaga, esparreguera o llistó, i les germinadores, com estepes, romaní o cap d'ase, acabaran per establir-se de bell nou i faran desaparèixer les oportunistes invasores, restablint la brolla existent abans de l'incendi.

Les estepes, de fulla gran, i per tant amb capacitat per perdre força aigua per transpiració, a l'època més calorosa, es marceixen parcialment reduint així la pèrdua d'aigua.



Zona del far-Culip

GR-92, Almadrava-cala Lledó

Estepa negra (*Cistus monspeliensis*)



Estepa borrera (*Cistus salvifolius*)
Entre el far i Culip



Estepa negra (*Cistus monspeliensis*)
Cap Norfeu



Cap Norfeu



GR-92, l'Almadrava-cala Lledó

Estepa blanca (*Cistus albidus*). Observi's com les fulles estan parcialment marcides, per reduir la transpiració

Les essències que presenten les fulles de les labiades, com el romaní, el cap d'ase o la farigola, desenvolupen la tasca de minvar la pèrdua d'aigua per transpiració.

Aquestes essències constitueixen ensems un element de defensa front els herbívors, als quals no agraden aquestes substàncies oloroses.



Cap Norfeu



GR-92, l'Almadrava-cala Lledó

Romaní (*Rosmarinus officinalis*)



Cap Norfeu



Zona del far

Cap d'ase (*Lavandula stoechas*); als llocs més batuts per la tramuntana, és a dir, al litoral nord, els brots florals s'inclinen cap a terra i presenten a més les fulles molt piloses (fotografia dreta)

La fulla petita dels brucs és una adaptació a l'eixutesa estival que té la funció de reduir-ne la transpiració.



GR-92, Almadrava-cala Lledó



Cap Norfeu

Bruc boal (*Erica arborea*)

Les alzines, el garric i la carrasca compten amb fulles coriàcies i lluent amb recobriments ceris que els permeten reduir la pèrdua d'aigua per transpiració; la carrasca i l'alzina presenten, a més, pèls al revers de la fulla que mantenen la humitat, amb la qual cosa també en disminueix l'evaporació.

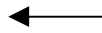


Garric (*Quercus coccifera*); GR-92, entre l'Almadrava i cala Lledó



Garric (*Quercus coccifera*)

Cap Norfeu



Carrasca (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*); Cap Norfeu



Llentiscle (*Pistacea lentiscus*)
GR-92, l'Almadrava-cala Lledó



Llentiscle (*Pistacea lentiscus*); Cap Norfeu

El càdec és un arbust propi de les comunitats litorals que als indrets on s'ha preservat forma el cadequer litoral.



GR-92, L'Almadrava-cala Lledó

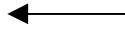


entre el far i cala Jugadora

Càdec (*Juniperus oxycedrus*)



Mata arrodonida de **càdec** a Tudela



Les papilionàcies com la gatosa, l'argelaga i la ginesta, presenten notables adaptacions a l'eixutesa del clima mediterrani.



GR-92, l'Almadrava-cala Lledó

La gatosa (*Ulex parviflorus*) ha transformat les fulles en espines protectores, reduint-ne així la transpiració; aquestes espines representen ensems una protecció front els herbívors



GR-92, l'Almadrava-cala Lledó

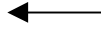
L'argelaga negra (*Calicotome spinosa*) ha transformat també les fulles en espines per reduir-ne la transpiració



Cap Norfeu



La ginesta (*Spartium junceum*) ha reduït totalment la fulla per evitar la pèrdua d'aigua; la fotosíntesi és realitzada per la tija, verda gràcies a la clorofil·la que conté



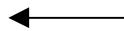
L'arítxol (*Smilax aspera*) és una planta enfiladissa típica de l'alzinar. Presenta circells, modificacions de la tija i les fulles que li permeten enfil·lar-se per les roques o en d'altres vegetals

Voltants de Culip

Zona del far



Arítxol entapissant els esquists prop del far; darrera, dics de pegmatita; al fons, cala Culip





Matapoll (*Daphne gnidium*)
cap Norfeu

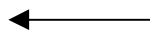
L'arç blanc i el roldor són espècies típiques de les bardisses, conjunts vegetals integrats per plantes punxoses i espinoses, com l'esbarzer o el roser, que en la regió mediterrània es fan en fondalades mig ombrívols i en llocs humits.



Arç blanc (*Crataegus monogyna*)
cap Norfeu



Roldor (*Coriaria myrtifolia*)
Cap Norfeu

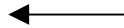




Murta (*Myrtus communis*)

Camí de cala Galladora

És un arbust aromàtic, de fulles lluent i coriàcies, impregnades d'olis



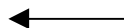
Galzeran (*Ruscus aculeatus*); cap Norfeu

Presenta "fil·locladis", modificacions de la tija amb aspecte de fulles, els quals sostenen les fulles vertaderes, que són molt petites, i els fruits. Redueixen així la pèrdua d'aigua



Esparreguera (*Asparagus acutifolius*)

Les espines que presenta constitueixen una defensa front els herbívors



Zona del far



Esparreguera
Gr-92, l'Almadrava-cala Lledó

La lleterassa (*Euphorbia characias*) té làtex a la tija i a les fulles; es tracta d'una substància rebutjada pels herbívors, constituint per això una defensa front aquests animals



Cap Norfeu



Zona entre el far i Culip



Botja d'escombres (*Dorycnium pentaphyllum*)

Gr-92, l'Almadrava-cala Lledó





Cap Norfeu



GR-92, l'Almadrava-cala Lledó

↑
Panical (*Eryngium campestre*)
←



Carlina corimbosa (*Carlina corymbosa*)
La flor groga és de lactuca
Cap Norfeu
←



Fonoll (*Foeniculum vulgare*)
GR-92, l'Almadrava-cala Lledó



Fonoll que ha colonitzat una zona després
d'un incendi; cap Norfeu



Figuera de moro (*Opuntia ficus-indica*)
GR-92, l'Almadrava-cala Lledó



Olivarda (*Inula viscosa*)
cap Norfeu



Indiana (*Aster sedifolius*)
Cap Norfeu



Leontodon tuberosum
Cap Norfeu



Foixarda (*Globularia alypum*)
Cap Norfeu



Panical blau (*Eryngium bourgatii*)
Zona del far



Els líquens són organismes constituïts per la simbiosi d'un fong i una alga o una cianofícia. Fruit d'aquesta associació, el fong obté de l'alga matèria orgànica, produïda per fotosíntesi. Així, els fongs associats amb algues poden viure en llocs mancats de matèria orgànica, com sobre la roca nua.



Orxella (*Roccella fucoides*); zona del far

Aquest líquen es feia servir per preparar un colorant de color porpra utilitzat per tenyir



Xantòria, far



Gr-92, l'Almadrava-cala Lledó



Cap Norfeu

EL PARC NATURAL DEL CAP DE CREUS

El territori inclòs en l'espai protegit del Parc Natural del cap de Creus comprèn zones terrestres que formen part dels municipis de Cadaqués, el Port de la Selva, la Selva de Mar, Llançà, Palau-Savardera, Pau, Roses i Vilajuïga així com zones marines adjacents. La superfície total protegida, terrestre i marítima, té 13.860 hectàrees.

Aquest espai fou declarat Parc Natural el 12 de març de 1998 pel Parlament de Catalunya. S'hi contemplen unes zones especialment protegides que són les següents:

- ❖ Els Paratges Naturals d'Interès Nacional (PNIN), on s'inclouen les següents zones:
 - zona de punta Falconera-cap de Norfeu
 - zona del cap Gros-cap de Creus
 - zona de les serres de Pau i de Rodes (únicament els nivells més alts i les obagues)
- ❖ Les Reserves Naturals Integrals (RNI), que inclouen:
 - RNI del cap de Creus, que comprèn l'àmbit terrestre del cap de Creus, els illots de l'espai marí adjacent i també l'àmbit marí que limita amb la cara externa de s'Encalladora
 - RNI del cap Norfeu, que comprèn l'àmbit terrestre de la península del cap Norfeu i els illots adjacents
- ❖ Les Reserves Naturals Parcial (RNP); s'integren sota aquesta denominació els espais marins adjacents a les Reserves Naturals Integrals; s'hi inclouen:
 - tot l'àmbit marí que envolta cala Prona, des de la punta dels Farallons fins la punta dels tres Frares
 - l'àmbit marí del cap de Creus, des de l'extrem oriental de l'illa Culleró fins l'extrem sud-est de cala Jugadora
 - l'àmbit marí de cap Norfeu

L'establiment d'aquestes zones de protecció especial obeeix a la conveniència de preservar un entorn molt ric en elements naturals, tant pel que fa a la geologia com a la fauna i a la vegetació. Cal fer esment que, en relació a la geologia, el cap de Creus té un interès realment gran car hom pot reconèixer-hi una gran varietat de roques, estructures i formes de relleu espectaculars i alhora, en un espai relativament reduït es pot estudiar el grau de deformació i petrogènesi que presenta una serralada de plegament (els Pirineus) des de zones superficials (cap Norfeu) fins a les parts més pregonas de l'orogen (sector septentrional del cap de Creus).

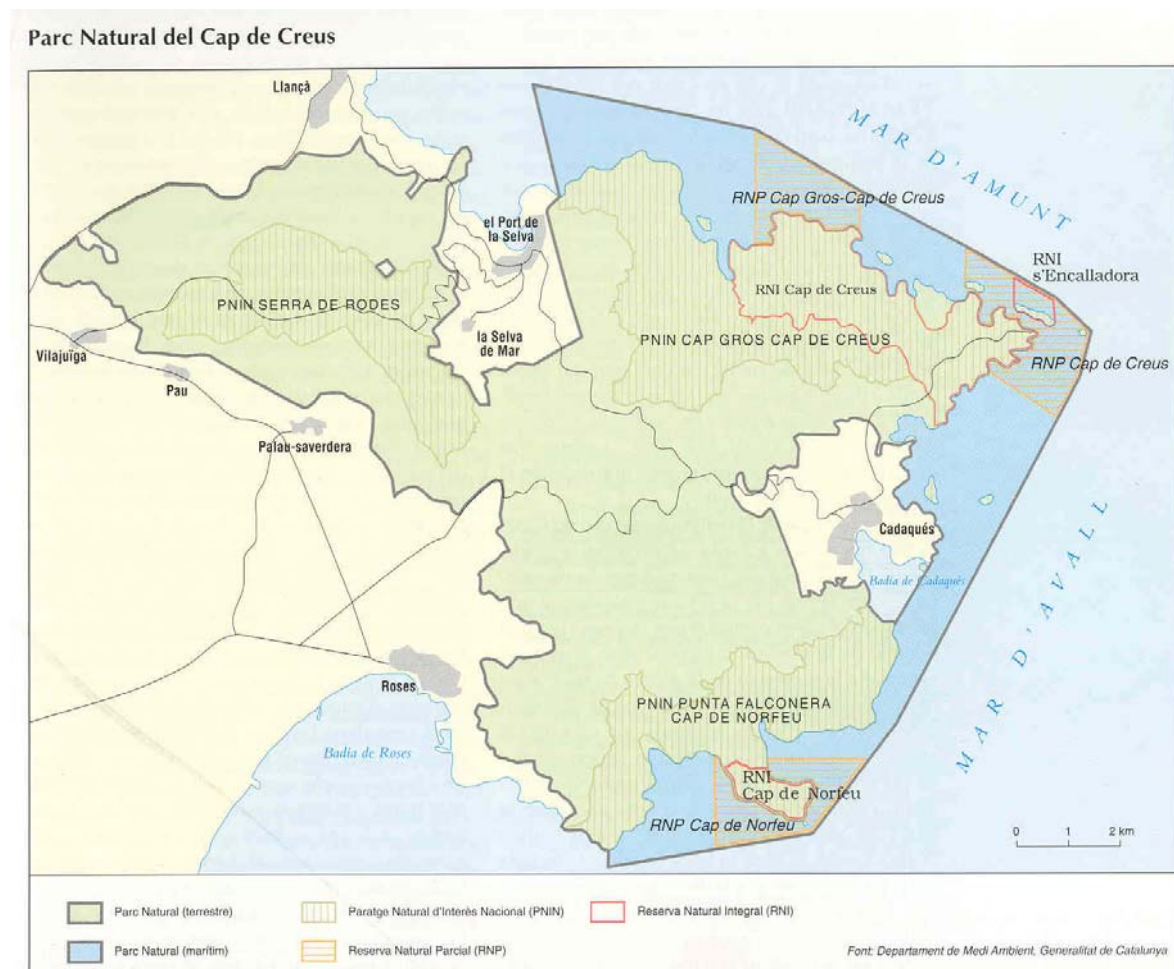
A continuació s'exposen algunes de les normes generals vàlides per tot el Parc Natural:

- declaració de sòl no urbanitzable
- regulació dels usos públics, centrant-se, preferentment, en activitats d'estudi i coneixement de l'entorn natural
- prohibició d'instal·lació de conduccions elèctriques i telefòniques
- restricció i/o prohibició de la circulació motoritzada així com del desplaçament dels visitants més enllà dels camins senyalitzats

- prohibició de recollida de mostres de minerals, roques o vegetals
- restricció en l'àmbit marí de l'escafandrisme, així com del fondeig i la circulació d'embarcacions

Al Parc Natural del cap de Creus, a la zona de reserva integral, hi ha un complex de vacances, el Club Mediterrannée, construït l'any 1962. Després que el cap de Creus hagués estat declarat Parc Natural, l'any 1999 es van iniciar negociacions de compra-venda entre els propietaris del complex i representants de la Diputació de Girona, la Generalitat de Catalunya i el Ministeri de Medi Ambient. L'oferta que varen presentar els propietaris era molt superior al que estaven disposats a pagar els organismes oficials. Després de tres anys de negociacions no s'ha arribat encara a un acord. Tot i això, segons declaracions del director de Boscos i Biodiversitat de la Generalitat de Catalunya, l'estiu de l'any 2004 no hi haurà cap mena de construcció a la zona de Tudela, tal com estableix la normativa del parc per a la reserva integral. Fins ara, l'abril del 2003, l'única actuació en aquest sentit ha estat l'enderrocament parcial de l'embarcador de cala Culip. El complex de vacances ocupa unes 200 hectàrees, 40 de les quals estan construïdes, i pertany per la meitat la Reserva Natural Integral del Cap de Creus.

L'impacte ambiental que produeix el complex és molt elevat degut al gran valor natural que té la zona de Tudela, tant segons criteris geològics com botànics i faunístics.



ITINERARIS D'INTERÈS NATURAL PEL CAP DE CREUS

El massís del cap de Creus té un gran valor natural. Pel que fa a l'àmbit geològic, l'interès de la península es pot concretar en els següents punts:

- la península permet estudiar estructures i roques formades en nivells estructurals corticals profunds de l'orogen pirinenc
- es pot fer un seguiment, en un espai relativament reduït, de l'increment del grau metamòrfic d'una sèrie metasedimentària, des de zones feblement afectades per metamorfisme, localitzades a la part meridional del massís, fins a indrets amb roques d'alt grau metamòrfic, situades a la part septentrional
- hi afloren una gran quantitat de roques metamòrfiques d'una banda, com filites, esquists, marbres, gneis, quarsites, amfibolites i milonites, i ígnies de l'altra, com pegmatites, granodiorites, tonalites, diorites i també migmatites
- es poden reconèixer els diferents episodis de deformació que experimenta una serralada de plegament
- és possible estudiar-hi processos d'anatèxia, desenvolupats en nivells pregons de la serralada
- presenta una morfologia espectacular —molt retallada i articulada, amb cales, penya-segats i formes singulars modelades en un rocam dur— en què han intervingut les aigües marines i continentals i el vent salabror

Pel que fa a la vegetació, la península del cap de Creus permet estudiar, d'una banda espècies halòfiles i rupícoles adaptades a unes condicions imposades pels penya-segats, els esquixos de les onades i el vent humit salí, i d'altra banda, una brolla que colonitza la major part de les zones interiors del massís, adaptada i instal·lada després de les transformacions reiterades que ha sofert la vegetació del cap de Creus degudes a la intervenció humana i als incendis.

INTRODUCCIÓ

Geologia

En els itineraris proposats es pretén adquirir un coneixement de les característiques geològiques generals del massís pel que fa als següents apartats:

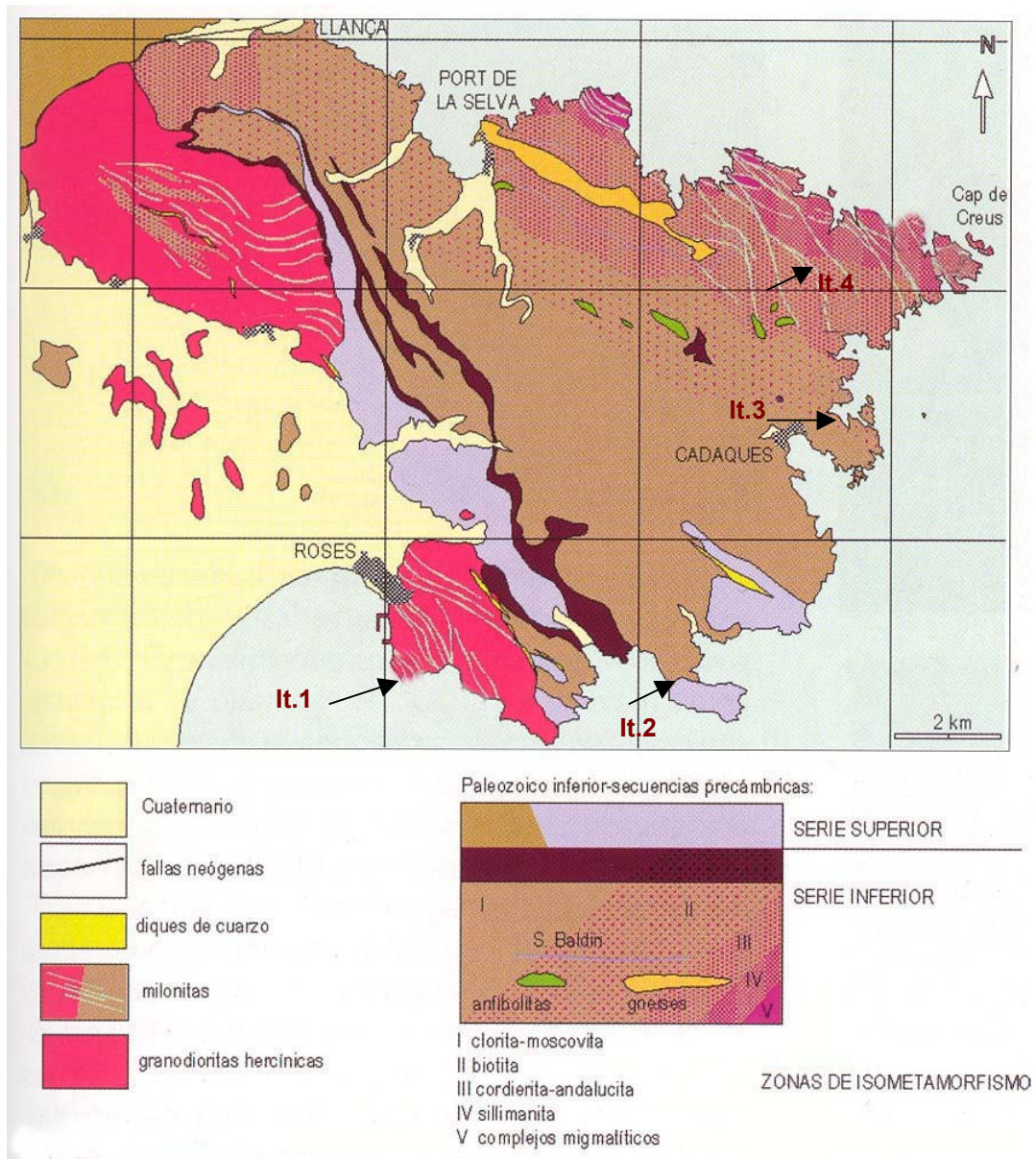
- petrografia: en què s'estudien les característiques de les roques
- tectònica: on s'estudien les estructures tectòniques que afecten les roques del massís
- morfologia: on s'estudien les formes del relleu

Vegetació

Els recorreguts proposats permeten estudiar les formacions i les espècies vegetals presents en el massís, adaptades a unes condicions imposades per factors naturals, com ara els penya-segats, la salabor del vent, els esquixos de les onades, els incendis produïts de forma natural i factors antròpics com les estassades per instal·lar vinyes - després abandonades- la construcció d'urbanitzacions, etc. i els incendis provocats per l'home.

MAPA GEOLÒGIC DEL CAP DE CREUS

(segons Jordi Carreras)



Itineraris

It.1	Roses-l'Almadrava-cala Lledó	Durada: mig dia
	Estudi de granodiorites de Roses, pedrera de marbre i vegetació del camí de ronda	
It.2	Recorregut pel cap Norfeu	Durada: mig dia
	Estudi de metasediments detrítics i carbonatats (sèrie superior del cap Norfeu), formes de relleu i vegetació	
It.3	Cala S'Alqueria-badia de Guillola-cala Jugadora-far-Tudela	Durada: un dia
	Estudi de metasediments i zones d'isometamorfisme, complex de Sant Baldri, pegmatites, estructures (esquistositats i cisalla), formes de relleu i vegetació	
It.4	Can Rabassers-cala Serena-cala Prona-punta dels Farallons	Durada: un dia
	Estudi de metasediments, pegmatites, migmatites, roques ígnies, formes de relleu i vegetació	

Degut a la complexitat i a la varietat d'estructures, roques i minerals que hom pot observar i estudiar en el massís, es proposen una sèrie de recorreguts amb parades on es puguin estudiar les singularitats més representatives de la seva geologia, algunes de les quals amb un interès científic realment excepcional, tals com les zones de cisallament, les migmatites o les milonites. Degut que el medi es troba modificat per l'acció antròpica, alguns caràcters com estructures o afloraments es troben tapats per edificacions i resulten inaccessibles. Això succeeix, per exemple, en els afloraments granítics de Roses o de Tudela. Per això cal anar a indrets on els afloraments en permetin l' estudi. Els penya-segats, formats gràcies a l'erosió provocada per les aigües marines, són sovint bons llocs d'observació. El fet que el massís del cap de Creus hagi estat declarat Parc Natural sembla ser un factor important per aconseguir aturar el procés de transformació que està patint aquest medi natural.

ITINERARI 1. Roses-l'Almadrava-cala Lledó

Recorregut

El recorregut transcorre per la zona litoral compresa entre el port de Roses i cala Lledó. Entre el port i la platja de Canyelles es fa la primera parada per estudiar les granodiorites, les milonites, les zones gneissificades i els dics d'aprita; també s'estudien les estructures que presenten les granodiorites, tals com les cisalles i les diàclasis. Al camí de ronda que va des de l'Almadrava fins a cala Lledó, que coincideix amb el GR-92, s'hi estudia la vegetació i la pedrera de marbre. L'estudi de la vegetació es pot completar seguint el GR fins a cala Montjoi.

Durada: si es disposa d'algun mitjà de locomoció, el recorregut es pot dur a terme en mitja jornada.



- P1:** parada per estudiar la granodiorita
 - R1:** inici del recorregut pel camí de ronda
 - P2:** parada per estudiar la pedrera de marbre
- Escala del mapa 1:25.000

Parada 1. Als penya-segats entre el port de Roses i el far de Roses

Des de Roses cal anar en direcció al port i arribar fins al far; s'estudiarà el rocam que formen els penya-segats que hi ha sota el far; l'accés als penya-segats no presenta cap dificultat.

Observacions de geologia

ROQUES	Granodiorita Gneis Aplites Milonites
ESTRUCTURES	Diàclasi Cisalla
METAMORFISME	Dinàmic
FORMES RELLEU	Penya-segats, alvèols i taffone



A dalt: arts de pesca al port de Roses (esquerra) i el far de Roses (dreta).

A baix: penya-segats sota el far, on es du a terme la parada 1

La granodiorita

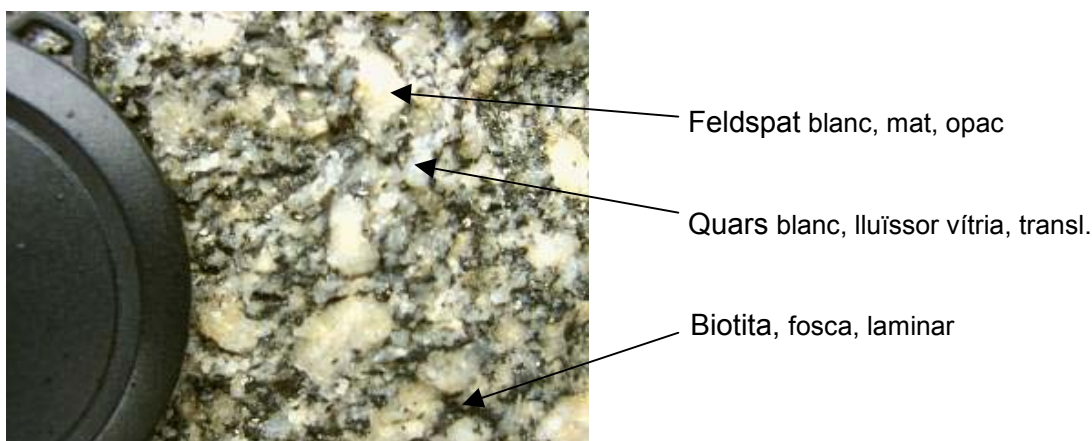
La granodiorita forma part d'un plutó granític de reduïdes dimensions que s'estén, considerant el sector litoral, des del port de Roses fins a Punta Falconera. Les característiques d'aquesta roca són les següents:

Mineralogia

Quars, plagiòclasi (oligoclasa-andesina), ortosa, biotita i hornblenda. Accessòriament presenta també epidota, clinozoisita i allanita i en menor proporció, esfena, apatita i ilmenita.

Textura

Granada (els cristalls tenen tots una mida semblant), amb tendència porfírica (els cristalls de feldspat són de mida més gran que la resta), de gra mitjà.



Gènesi

La granodiorita és una roca ígnia o magmàtica, formada a partir del refredament i la consegüent cristal·lització d'un magma. És també una roca plutònica, és a dir, el magma es va refredar i va cristal·litzar a l'interior de l'escorça, la qual cosa implica un procés de refredament lent que va permetre el desenvolupament de cristalls de mida mitjana o gran.

Es creu que el magma que originà aquest granit prové de la fusió de roques de l'escorça inferior, produïda per les elevades temperatures existents en nivells profunds de l'escorça; la calor necessària per fondre les roques corticals pot provenir també del contacte amb un magma ascendent des del mantell. En aquest cas, es formaria un magma de naturalesa híbrida, l'un cortical, més àcid, i l'altre del mantell, més bàsic; això explicaria el fet que la granodiorita presenti nombrosos enclavaments de quarsdiorita, que serien les restes del magma bàsic del mantell.

Emplaçament

L'emplaçament del magma granodiorític es produí en un domini superficial de l'orogen hercinià, intruint-se en les sèries metasedimentàries del Cambroordovicià que havien estat feblement afectades per metamorfisme regional; la calor aportada pel magma va produir

en les roques encaixants un metamorfisme de contacte (tèrmic) formant una aurèola de reduïdes dimensions. En aquesta parada és possible observar estructures que mostren la direcció del flux magmàtic durant el seu emplaçament, produïdes abans del refredament i la cristal·lització del magma; aquestes són les alineacions dels cristalls de feldspat i els enclavaments allargats, ambdós seguint la mateixa direcció.

De les relacions d'aquesta roca amb les roques encaixants —la sèrie del Cambroordovicià—, no observables en aquesta parada, es conclou que l'emplaçament és posterior a les primeres fases deformatants hercinianes, ja que en talla les esquistositats generades, i és anterior a la darrera etapa de deformació de l'orogènesi herciniana en la qual es produïren les cisalles que afecten bona part del massís, ja que la granodiorita està afectada per aquest tipus de deformació.

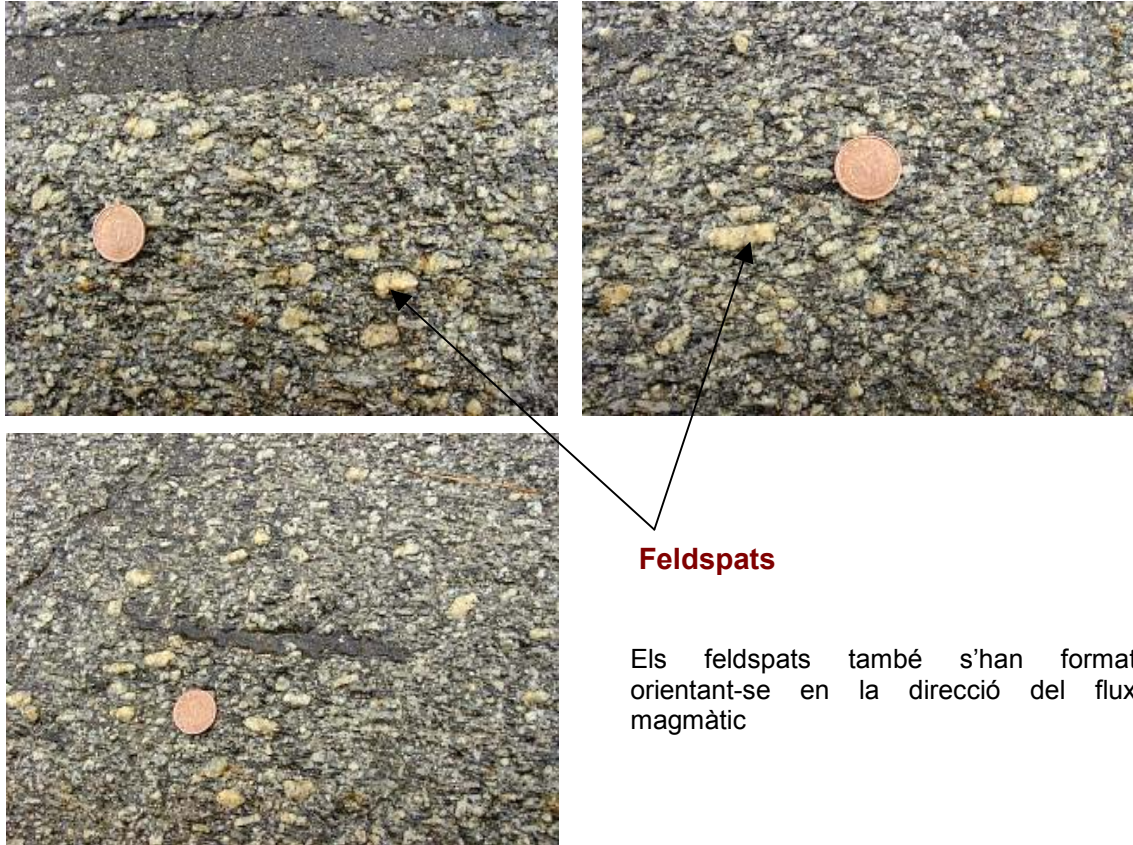
Enclavaments

Els enclavaments són fragments de roca inclosos en una roca ígnia. Sovint són restes o fragments de roques que el magma incorpora en el decurs del seu emplaçament. Els enclavaments d'aquest indret, de naturalesa quarsdiorítica, poden representar restes d'un magma més bàsic procedent del mantell, el qual s'hauria barrejat amb el magma àcid resultant de la fusió de roques corticals.

El grup d'enclavaments observables en aquest aflorament mostra, de forma el·líptica, seguint una direcció preferent, el desplaçament del flux magmàtic durant el seu emplaçament.



Enclavaments allargats que mostren la direcció del flux d'emplaçament del magma granodiorític



Estructures de deformació

a) Cisallament

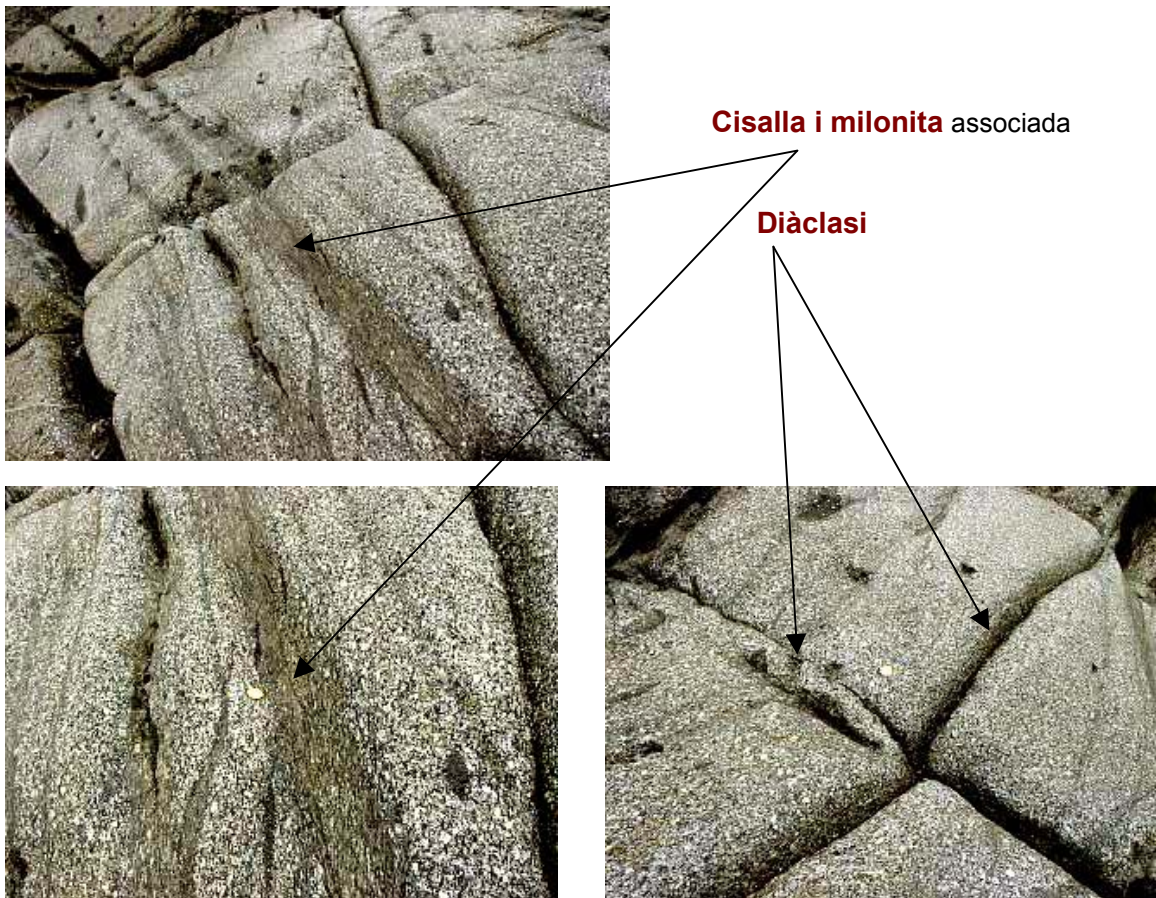
La cisalla és una deformació dúctil, és a dir, la roca es deforma sense que es produeixi fractura; la cisalla produeix un estirament i una forta reducció de la mida del gra; la roca flueix, tot recristal·litant-se. El resultat és una foliació que correspon a una roca de gra molt fi, la milonita. Hom parla també de milonitització, que es reconeix en el terreny per la marcada foliació i per una textura de gra molt fi. El massís del cap de Creus es troba afectat per aquest tipus de deformació; al nord del massís, hi afecten els esquists, les pegmatites, les granitoides i les migmatites i al cantó sud afecten les granodiorites de Roses i de Rodes.

Hom pot observar en aquest indret com el cisallament produeix, a més, la gneissificació del granit (els cristalls de quars i feldspat i les miques formen bandes paral·leles) com a resultat de la deformació. Així doncs, aquesta deformació porta associada la formació d'un ortogneis (gneis derivat d'un granit per metamorfisme).

b) Diaclasament

La diàclasi és una fractura en una roca en què no hi ha desplaçament relatiu dels blocs afectats. Tots els batòlits granítics mostren en major o menor grau aquest tipus de deformació. L'origen pot ésser divers; hi ha diàclasis d'origen tectònic, que responen a forces de compressió o distensió i hi ha diàclasis que es formen com a resultat de la pèrdua de plasticitat del magma en refredar-se.

Sovint es formen sistemes de diàclasi que s'entrecreuen entre si. Les xarxes de diàclasi en un granit en faciliten l'erosió i la meteorització, degut que són vies de penetració de l'aigua. La formació de blocs erosionats, que han caigut, i de pedres cavalleres es produeix per aquest procés en els massissos granítics.



Detalls foto anterior

A la **diàclasi** la fractura és neta (foto dreta)

A la **cisalla** (foto esquerra) no hi ha fractura, sinó estirament, reducció de la mida del gra, recristal·lització i consegüent formació d'una nova roca, la milonita

Dics d'aprita

Les aplites són roques filonianes, també anomenades hipoabissals, que es presenten sovint formant dics d'espessor variable o també cossos irregulars. Acostumen a formar eixams de dics mostrant direccions preferents, que responen a direccions preferents de fracturació. També poden creuar-se entre si.

Mineralogia

El quars i el feldspat en són els minerals essencials, mentre que la mica s'hi troba en menor proporció. La mineralogia de les aplites i les pegmatites és pràcticament la mateixa, tan sols es diferencien per la textura. Hi és freqüent la presència d'altres minerals, com granats o turmalines. En les pegmatites del cap de Creus, les miques i la turmalina adquireixen dimensions força grans i un molt bon desenvolupament de les cares cristal·lines pròpies.

Textura

Granada de gra fi. Hom parla també de textura aplítica. Les aplites són acompanyants freqüents en els granits de la Costa Brava. Aquí n'observarem algun. Es formen a l'etapa final de l'emplaçament del granit, quan la roca ja està pràcticament consolidada i resta un líquid residual ric en aigua, quars i feldspat que puja, s'injecta i es refreda en fractures del plutó o bé en el si de roques metamòrfiques.

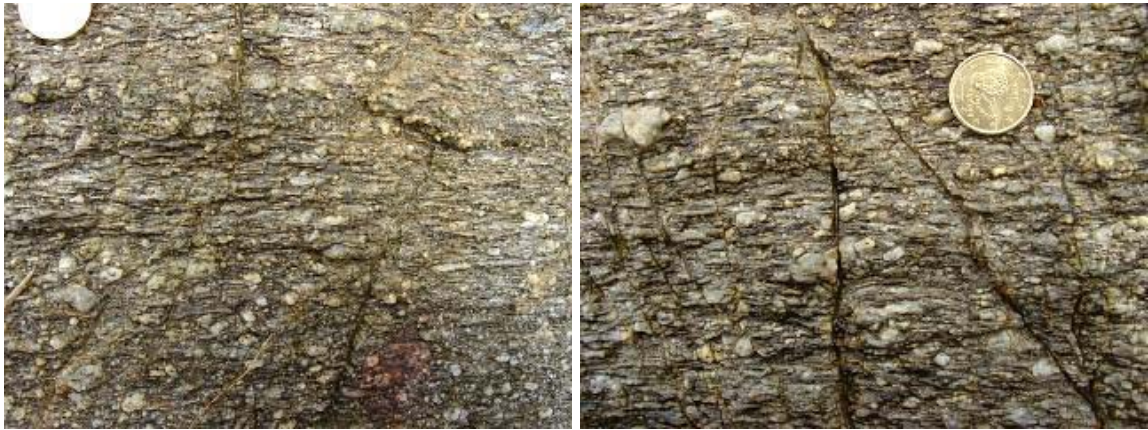


Dics d'**aprita** en **granodiorita** als penya-segats a sota el far de Roses.

La granodiorita presenta nombrosos alvèols i taffone formats per l'aigua marina i el vent salabrosos carregat de partícules que impacten sobre la roca

El gneis

Al plutó de Roses el gneis s'ha format arran de les zones de cisallament que afecten la granodiorita; es tracta, doncs, d'un ortogneis format per metamorfisme dinàmic de la granodiorita. Com a resultat d'aquesta deformació, els cristalls de la granodiorita es trenquen, es deformen i recristal·litzen i es produeix una nova textura que mostra un bandejat format pels minerals clars com quars i feldspats i els minerals foscos d'hàbit planar com les miques.



Ortogneis als penya-segats del far de Roses, format pel **metamorfisme dinàmic** de la granodiorita.

La mineralogia és la mateixa que la de la granodiorita; la textura mostra un bandejat format pels minerals foscos d'hàbit planar com les miques



Milonitització (banda fosca) i **gneissificació** de la granodiorita, al far de Roses, per efecte del cisallament (metamorfisme dinàmic)

Milonites

Les milonites s'han format seguint les zones de cisallament per metamorfisme dinàmic, el qual ha produït en la granodiorita una forta reducció de la mida del gra així com recristal·litzacions. La milonita presenta una foliació molt aparent en la granodiorita formant alineacions de color fosc que hi destaquen.



Milonites (bandes fosques) en la granodiorita dels penya-segats del far de Roses

Breu història geològica

Fer la història geològica d'una regió vol dir fer una reconstrucció, ordenada temporalment, de tots els processos i esdeveniments geològics que l'han afectat i que consegüentment caracteritzen i defineixen la regió estudiada. Aquesta reconstrucció es fa, bàsicament, a partir de les roques que formen la regió i de les estructures que mostren aquestes roques, tant les d'origen tectònic (deformacions) com les inherents al procés formador de la pròpia roca.

A partir de l'anàlisi del reduït aflorament estudiat hom pot deduir la següent història geològica:

- 1- Durant les fases deformants de l'orogènesi herciniana es produeix l'emplaçament d'un magma granodiorític que, en refredar-se, cristal·litzarà i formarà la granodiorita. Aquesta granodiorita és intrusiva, és a dir, talla les estructures de roques preexistents en les quals s'encaixa; això no ho podem veure en aquest aflorament, però sí que ha estat vist en altres indrets de Roses i a la serra de Rodes. El magma, viscos, arrossega en el seu ascens restes d'altres roques o porcions de magma de composició diferent que originaran els enclavaments. En el decurs de l'emplaçament, el magma es va refredant i es torna més rígid, perd plasticitat, s'esquerda i es formen les diàclasis, que poden formar-se també per esforços tectònics.

- 2- Quan la roca està gairebé del tot formada, resta un líquid residual, ric en aigua, quars i feldspat, que s'injectarà en fractures de la roca originant els dics de roques filonians.
- 3- En la darrera etapa deformant de l'orogènesi herciniana es formen les zones de cisallament que afecten els granits -tal com s'observa en aquest aflorament- i també els esquists de bona part del massís. Les zones de cisallament en són especialment abundants a la part nord. Tenen, aproximadament, direcció NW-SE. La roca afectada per la cisalla s'ha metamorfitzat (metamorfisme dinàmic) i es forma, així, la milonita. En els granits de Roses i Rodes les zones de cisallament han produït, a més, la gneissificació del granit.

Recorregut 1: pel camí de ronda (GR-92)

Aquest recorregut pel camí de ronda voreja la costa des de l'Almadrava fins a cala Lledó. Cal agafar la carretera de l'Almadrava i quan aquesta comença a enfilar-se, passada la platja de l'Almadrava, a mà dreta hi ha un camí, el GR-92, que és l'inici de l'itinerari. Al llarg del camí, tindrem ocasió d'estudiar les diferents espècies vegetals que han colonitzat aquest sector del litoral. El substrat rocós és la granodiorita estudiada a la parada anterior; per això, i també pel fet que es troba recoberta pel mantell vegetal i està, a més, força meteoritzada, no l'estudiarem.

La vegetació del camí de ronda

Formacions vegetals:

- brolla en què les espècies dominants són el càdec, el llentiscle, el bruc boal, el garriç i les estepes, blanca i negra; també hi són presents el romaní, la gatosa, l'argelaga negra, l'esparreguera, l'esbarzer, etc.
- pineda de pi blanc; en aquesta formació s'intercalen alguns exemplars d'alzines; en alguns indrets els pins arreen en els penya-segats i arriben fins arran de mar.

FORMACIÓ VEGETAL	Brolla, pineda	
ESPÈCIES RECONEGUDES	Aladern	<i>Rhamnus alaternus</i>
	Alzina	<i>Quercus ilex</i>
	Argelaga negra	<i>Calicotome spinosa</i>
	Arítjol	<i>Smilax aspera</i>
	Botja d'escombres	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>
	Bruc boal	<i>Erica arborea</i>
	Càdec	<i>Juniperus oxycedra</i>
	Cap d'ase	<i>Lavandula stoechas</i>
	Esbarzer	<i>Rubus ulmifolius</i>
	Esparreguera	<i>Asparagus acutifolius</i>
	Estepa blanca	<i>Cistus albidus</i>
	Estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	Figa de moro	<i>Opuntia ficus-barbarica</i>
	Fonoll	<i>Foeniculum vulgare</i>

Gatosa	<i>Ulex parviflorus</i>
Garric	<i>Quercus coccifera</i>
Ginesta	<i>Spartium junceum</i>
Llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
Lleterassa	<i>Euphorbia characias</i>
Panical	<i>Eryngium campestre</i>
Romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Parada 2. La pedrera de marbre

Seguint el camí de ronda, a pocs metres d'haver deixat enrera cala Lledó, a mà esquerra observarem una "escombrera"; cal pujar per entre els blocs abandonats de marbre de l'explotació fins arribar a la pedrera. També s'hi pot accedir des de la carretera de Montjoi.

El marbre és una roca metamòrfica que s'ha format gràcies a la calor aportada per una massa magmàtica, que ha produït en calcàries primitives recristal·litzacions i la formació d'una roca cristal·lina semblant -pel que fa a les característiques geològiques- a la preexistent i de textura granoblàstica. Aquest tipus de metamorfisme induït per la calor d'una massa ígnia s'anomena metamorfisme de contacte. Al cap de Creus, aquest tipus de metamorfisme es desenvolupa arran del magma granodiorític que formà els granits de Roses i Rodes i que s'intruí en la sèrie del Cambroordovicià; les pelites i les arenites es van metamorfitzar en corneanes i filites motejades amb cristalls de cordierita i/o andalusita; així, les roques carbonatades van originar marbres. L'aurèola de metamorfisme desenvolupada arran de la intrusió fou estreta, d'entre uns 300 i 400 metres.

El marbre és emprat com a pedra de construcció per fer parets, revestiments de façanes, columnes, també per obtenir ciment i fins i tot àrids de trituració, per fer escultures i com a pedra ornamental.

Actualment aquesta explotació està abandonada.

QÜESTIONS itinerari 1. Roses-l'Almadrava-cala Lledó

1	Observa de prop la granodiorita i completa:
	a) els cristalls de color blanquinós i opacs són de
	b) els cristalls de tons clars, transparents i brillantor vítria són de
	c) els cristalls de color fosc, laminats, són de
2	La granodiorita presenta fractures en què no hi ha desplaçament de blocs. Contesta:
	a) com s'anomenen?
	b) quina direcció i inclinació tenen?
	c) com s'han format?

3	Explica breument com s'ha format la granodiorita
4	Explica breument com s'han format els dics d'aplita
5	Què son els enclavaments? Com s'han format?
6	El cap de Creus es troba afectat per zones de cisallament, les quals són estructures de deformació dúctils que produeixen la formació de noves roques. Contesta:
	a) quines noves roques es formen en la granodiorita afectada per la cisalla?
	1-
	2-
7	En els penya-segats reconeixem el gneis. Contesta:
	a) quin tipus de roca és?
	b) quin procés ha produït, en aquest sector, la seva formació?
8	En aquest itinerari hem estudiat la pedrera de marbre. Digueu:
	a) quin tipus de metamorfisme ha afectat aquesta roca i què el caracteritza?
	b) de quina roca deriva el marbre per metamorfisme?
	c) quines aplicacions té el marbre?
9	Quines espècies vegetals aromàtiques de la família de les labiades has trobat al llarg del recorregut?

10	En aquest recorregut pel camí de ronda hem reconegut dues formacions vegetals: la brolla i la pineda de pi blanc. Diques:
	a) què caracteritza una brolla?
	b) quines plantes enfiladisses has trobat en el recorregut?
	c) quina adaptació a la sequera presenten les espècies següents?
	1- argelaga negra i gatosa
	2- ginesta
	3- alzina
	4- bruc

ITINERARI 2. Recorreguts pel Cap Norfeu

Per arribar al cap Norfeu cal agafar, des de Roses, la carretera en direcció a cala Montjoi i cala Jóncols, que fins a Montjoi és asfaltada. Després es converteix en una carretera de terra practicable amb cotxe i també amb un autocar no gaire gran. La carretera és sinuosa, adaptada a la morfologia de la costa; passarem prop de cala Pelosa i de cala Calitjar, a les quals es pot accedir a través de petits corriols. La carretera segueix en alguns trams el GR que travessa tot el massís del cap de Creus. Un cop arribem davant la cala o platja de Canadell, ens trobem una cruïlla des de la qual surten els camins següents:

- Un corriol, de fort pendent, situat a la dreta del rètol indicatiu davalla fins a cala Calitjar. Només és practicable a peu.
- Un altre corriol, a l'esquerra del rètol, ens porta a cala Canadell. En aquest punt es bifurca un altre corriol que ens condueix a cala Jóncols. Els dos corriols són practicable només a peu.
- Seguint una carretera de terra, senyalitzada amb un rètol on es recorda al visitant les prohibicions i obligacions que cal tenir en compte a l'interior del Parc Natural, ens endinsarem al cap Norfeu. Per aquesta pista farem el recorregut número dos. És practicable amb 4x4 fins a la cova-ermita, però el pas amb vehicle motoritzat no és permès.
- Finalment, un corriol que comença a mà dreta del rètol ens portarà fins a un petit replà del penya-segat, ben arran d'aigua, on tindrem ocasió d'estudiar la vegetació de la zona ; aquest serà el recorregut número u, només practicable a peu.

Continuant per la pista de terra arribaríem a cala Jóncols.



R 1,2: Punt d'inici dels recorregut pel cap Norfeu
Escala del mapa 1:25.000

RECORREGUT Nº 1: Camí situat a mà dreta del rètol informatiu, que davalla fins a una caleta. A mà dreta d'aquest camí hi ha un corriol que ens portaria a cala Calitjars.

Objectius

- estudi de la vegetació de la zona recorreguda

Durada

Des del corriol on hi ha els rètols indicatius a l'inici del cap Norfeu, fins arran de mar, on s'observen les metapelites, la durada d'anar i tornar pot ser, considerant les aturades per estudiar les diferents espècies vegetals, d'una hora i mitja.

Vegetació

El camí s'obre pas entre una brolla de garric, estepa negra i gatosa. També hi són presents, però escassos, el romaní, el llentiscle, el cap d'ase, l'alzina carrasca i l'estepa blanca.

A uns 150 metres de l'inici del camí, l'espècie d'estepa dominant és la blanca, mentre que l'estepa negra és inexistent i la gatosa hi és també abundant. També hi trobarem, però mes aïlladament, romaní, garric, algun bruc i algun esbarzer.

Més endavant ens trobarem amb un vessant que ha sofert els efectes d'un incendi. Hi resten les tiges carbonitzades de les gatoses i les estepes. Les gramínies són abundants entre els arbusts calcinats. En aquesta zona cremada han aparegut d'altres espècies com:

- la carlina
- la lactuca
- el panical
- leontodum tuberosum*
- l'esparreguera

El camí davalla i entrem en una pineda poc frondosa on trobem:

- el matapoll
- la foixarda, molt abundant
- l'estepa blanca, el llentiscle i el romaní

Ja arran de mar, on s'accedeix a través d'un corriol de pendent força pronunciat, damunt de roquissars que en els temporals són batuts per les onades, hi trobem espècies típiques d'ambients més salabrosos, que formarien part del primer cinturó de vegetació del cap de Creus. Les espècies que hi trobarem són les següents:

- el coixí de monja
- el sedum sediforme
- el fonoll marí
- la camforada

RECORREGUT Nº 2: Pista de terra senyalitzada

Des de la pista Montjoi-Jòncols, quan ens trobem davant la cala Canadell, cal agafar, a mà dreta, la pista de terra que dona tota la volta a cap Norfeu; està senyalitzada amb un rètol on es recorda als vianants les normes del Parc Natural.

Objectius

- reconeixement de les roques que trobarem al llarg del recorregut: filites de la sèrie de Cadaqués, filites negres de Montjoi, sèrie superior del cap de Creus o del cap Norfeu representades per nivells carbonatats bandats, metallimlites, metagresos, metaconglomerats i calcàries
- estudi de la vegetació que anem trobant en el recorregut per la pista

Durada

Des de cala Montjoi fins a la cruïlla de camins Jòncols-cap Norfeu, anant a peu, trigarem entre 40 i 45 minuts. La pista és practicable en cotxe; un autocar no gaire gran també hi pot circular.

Des de la cruïlla de camins Jòncols-cap Norfeu, fent tota la volta al cap Norfeu pel corriol i considerant les aturades per estudiar els materials i la vegetació, la durada serà de dues hores i mitja. El temps total de durada, a peu, des de Montjoi fent la volta al cap Norfeu i tornant a Montjoi és de tres hores i 45 minuts.

Geologia

A la part meridional del cap de Creus, la intensitat dels processos metamòrfics hi és menor que a la part septentrional. Les sèries sedimentàries es troben plegades per les forces deformants de l'orogènesi herciniana però el grau metamòrfic assolit és baix; la part meridional, doncs, correspondria a una zona o domini més superficial de l'orogen pirinenc. Les paragènesis minerals de les metapelites corresponen a la zona d'isometamorfisme de la clorita.

El cap Norfeu està format per una sèrie metasedimentària detrítica i carbonatada que es disposa, discordantment, damunt els metasediments pelítics i gresosos de les sèries de Montjoi i Cadaqués. Tots ells s'atribueixen al Cambroordovicià. La sèrie de cap Norfeu està formada pels materials situats als estrats més alts, és a dir, els més recents del Paleozoic del cap de Creus. Els materials que trobarem són, de més antic a més modern, els següents:

- sèrie de Cadaqués: metapelites
- sèrie de Montjoi: metapelites negres
- sèrie de cap Norfeu
 - tram inferior: metagresos i metaconglomerats, nivells carbonatats bandats
 - tram superior: calcàries i dolomies

Aquest conjunt de materials està plegat formant un sinclinal, on en el nucli se situen les calcàries i les dolomies, i als flancs, les metapelites, els metagresos i els metaconglomerats. Presenten clivatge.

Vegetació

En aquest recorregut la formació vegetal que colonitza el territori és una brolla en què són freqüents les espècies piròfites adaptades als nombrosos incendis que ha sofert el massís. El vessant per on segueix la pista està orientat al nord-est, on s'ha desenvolupat una vegetació essencialment arbustiva amb algun pi i alguna alzina aïllats. Formen una brolla de gatosa, bruc, estepa, amb exemplars de romaní i garric, entre els quals s'intercalen en els primers trams del recorregut, fins a la cova-ermita, d'altres espècies com el llentiscle, el matapoll o l'arç. L'abundància relativa d'aquestes espècies va variant al llarg del camí fins a la cova-ermita.

Així, per exemple, les estepes són molt més abundants prop de la cova-ermita i el romaní ho és més a l'inici de l'itinerari. Passats uns 150 metres des de l'inici del recorregut, veiem els efectes d'un incendi, malauradament massa freqüents en aquests indrets; hi ha troncs d'arbusts calcinats, i rebrots de bruc, estepa i gatosa. Bona part de la zona cremada està ocupada per fonoll. Dalt del puig de'n Mamet és força abundant el romaní i l'estepa blanca, amb presència d'algun pi aïllat i de llentiscle, que forma nombroses mates arrodonides dalt del cim del cap Norfeu.

Observacions de geologia

ROQUES	Metapelites, zona de la clorita, sèrie de Cadaqués Metapelites negres, zona de la clorita, sèrie de Montjoi Nivells de calcàries bandades, tram inferior de la sèrie superior o de cap Norfeu Calcàries i dolomies, tram superior de la sèrie superior o de cap Norfeu
ESTRUCTURES	Clivatge en les metapelites Plecs
METAMORFISME	Regional de grau baix o molt baix; zona de la clorita en les metapelites
RELLEU	Cingles, penya-segats, cales

Vegetació

FORMACIÓ VEGETAL	Brolla	
ESPÈCIES RECONEGUDES	Arç blanc	<i>Crataegus monogyna</i>
	Argelaga negra	<i>Calicotome spinosa</i>
	Arítjol	<i>Smilax aspera</i>
	Botja d'escombres	<i>Dorycnium pentaphyllum</i>
	Bruc boal	<i>Erica arborea</i>
	Cap d'ase	<i>Lavandula stoechas</i>
	Carlina	<i>Carlina corimbosa</i>
	Esbarzer	<i>Rubus ulmifolius</i>
	Esparreguera	<i>Asparagus acutifolius</i>
	Estepa blanca	<i>Cistus albidus</i>
	Estepa borrera	<i>Cistus salvifolius</i>
	Estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	Galzeran	<i>Ruscus aculeatus</i>
	Gatosa	<i>Ulex parviflorus</i>
	Garric	<i>Quercus coccifera</i>
	Indiana	<i>Aster sedifolius</i>
	Llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
	Lleterassa	<i>Euphorbia characias</i>
	Matapoll	<i>Daphne gnidium</i>
	Olivarda	<i>Inula viscosa</i>
	Panical	<i>Eryngium campestre</i>
	Roldor	<i>Coriaria myrtifolia</i>
	Romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Recorregut

Els materials amb què ens trobem des de l'inici són les filites de la sèrie de Cadaqués, que més endavant donen lloc a les filites negres de Montjoi. Al cap d'uns 500 metres, aproximadament, de caminar, arribarem a la cova-ermita, on observarem en contacte discordant la base de la sèrie de cap Norfeu, formada per materials carbonatats sorrencs de tons clars; es tracta de calcàries bandades de tonalitats clares amb components detrítics entre els que hi ha quars abundant. Aquest nivell és poc potent. Les calcàries es disposen, discordantment, sobre les filites negres de Montjoi. Damunt les calcàries es troben els metasediments detrítics, gresosos i conglomeràtics, que formen cingles, observables poc abans d'arribar a la cova-ermita.



Contacte discordant entre les calcàries detrítics bandades (a dalt, de tons clars), que constitueixen els nivells més inferiors de la sèrie de cap Norfeu, i les filites negres de Montjoi. Cova-ermita



Filites de Montjoi; les superfícies planars són el clivatge

Continuant pel corriol travessarem les calcàries, massives i potents, de la sèrie superior de cap Norfeu.



Calcàries de la sèrie superior del cap Norfeu. Aquests materials són els nivells més alts de la sèrie de cap Norfeu i també del cap de Creus; s'hi han trobat restes de Conodonts mal conservats

Seguint el corriol, arribarem al puig de'n Mamet, on el rocam continua essent calcari. Des d'aquí hom té una bona panoràmica de les cales de Canadell i Jóncols i dels penya-segats.



En primer terme, cala Canadell; al fons, cala Jóncols



Brolla d'estepes amb romaní, llentiscle i algun pi aïllat, prop del puig de'n Mamet

Seguint el corriol arribarem a la barraca dels Palauencs, on el rocam està format per metagresos i metapelites (sèrie de cap Norfeu); més endavant travessarem les calcàries i arribarem a un mirador, punt on ja estarem donant la volta i enfilant el corriol de retorn per la banda sud del cap Norfeu.



Mates arrodonides de llentiscle, prop del cim de cap Norfeu

Pel cantó de retorn, orientat al sud-oest, travessarem metagresos i metaconglomerats; els darrers cal observar-los de prop perquè els còdols, de quars, *chert* i lidita, són petits, d'entre un i un centímetre i mig, i es troben allargats, deformats pels plegaments. Més endavant, arribarem a la Torre de Norfeu, construïda amb pedra calcària, que és el rocam que forma el sector on ens trobem.

Els materials que formen la petita península del cap Norfeu estan deformats per l'orogènesi herciniana; l'estructura més gran que es pot cartografiar és un sinclinal amb l'eix de direcció est-oest, on al nucli hi ha els materials carbonatats i a banda i banda es disposa la sèrie metasedimentària detrítica.



Plecs en materials calcaris
sota la torre de Norfeu



Nivells carbonatats bandats del tram inferior de la sèrie del cap Norfeu. Són equivalents als trobats a la cova-ermita, que està situada a l'altre flanc del sinclinal; prop de la torre de Norfeu



Penya-segats de **calcàries redreçades i plegades** a Cap Norfeu
A baix, detall de foto superior



QÜESTIONS. Itinerari pel cap Norfeu

	Les roques que formen el cap Norfeu estan afectades per un metamorfisme de baix grau metamòrfic. Contesta:
1	a quina zona d'isometamorfisme pertanyen les roques pelítiques (metapelites)?
2	quins materials constitueixen la sèrie de cap Norfeu?
3	en quin període es varen formar?
	Les roques del cap Norfeu estan plegades. Contesta:
4	en quina orogènia es produí el plegament?
5	en quin període es produí el plegament?
6	quines estructures tectòniques has pogut estudiar en el recorregut pel cap Norfeu?
7	Quina formació vegetal ocupa el territori del cap Norfeu?
8	A quins factors ambientals estan adaptades les espècies vegetals que has trobat en el recorregut pel cap Norfeu?
9	Quina estratègia fa servir l'estepa front la sequera?
10	Quines plantes amb espines o agullons has trobat en el recorregut? Quin tipus d'adaptació representa l'epiniscència?

ITINERARI 3. S'Alqueria- Guillola- cala Jugadora- el far - Tudela

El recorregut de l'itinerari 3 permet reconèixer la sèrie metasedimentària del Cambroordovicià des de zones de grau metamòrfic baix-mitjà, fins a roques de grau metamòrfic alt, atès que l'itinerari segueix la direcció sud-nord aproximadament, segons la qual la intensitat metamòrfica és creixent.

Travessarem, doncs, sense gaires desnivells, un tros de l'orogen hercinià (serralada herciniana) que ens permetrà reconèixer roques més superficials de l'orogen —menys afectades pel metamorfisme— i roques més pregones i per tant més metamorfitzades o de grau metamòrfic més alt.

Al llarg d'aquest recorregut podrem constatar, per tant, com les roques situades més al sud —S'Alqueria, per exemple— tenen un gra més fi i paragènesis minerals pròpies d'un metamorfisme de baix grau, i a mesura que ens anem desplaçant en direcció nord —Guillola, el far, Tudela— augmenta la mida del gra (la mida del gra augmenta amb la intensitat dels processos metamòrfics) i les paragènesis minerals corresponen a zones de més alt grau metamòrfic.

En la zona d'isometamorfisme de l'andalusita-cordierita, els esquists presenten dics de pegmatita que són més abundants en la zona de la sil·limanita.

Estudiarem també les estructures generades pels plegaments hercinians, com ara esquistositats i zones de cisallament.

Recorregut

Es pot deixar l'automòbil a s'Alqueria, indret on comença l'itinerari i on es fa la primera parada, i després continuar a peu per la carretera que porta al far; a mà dreta de la carretera comença un camí (indicat amb un rètol) que condueix a la badia de Guillola i a cala Jugadora. El recorregut des de s'Alqueria fins a cala Jugadora pot durar unes dues hores, considerant les aturades per estudiar el rocam i les estructures que presenta. Des de cala Jugadora es pot accedir opcionalment a cala Fredosa i a la cova de s'Infern i/o pujar fins al far, on farem la tercera parada i ens esperarà l'automòbil. De retorn amb l'autocar, si el temps ho permet, es pot fer el recorregut per la zona de Tudela.

Durada: un dia



- S.1:** sector cala s'Alqueria
S.2: sector badia de Guillola
S.3: sector cala Jugadora
S.4: sector el far
S.5: sector Tudela

Parada 1. Sector de s'Alqueria

A la cala de s'Alqueria podem estudiar els esquists, en què el metamorfisme es manifesta d'una banda pel desenvolupament d'una foliació d'origen tectònic, clivatge/esquistositat, bastant paral·lela als plans d'estratificació original i d'altra banda per la presència de petits cristalls de biotita d'origen metamòrfic.

Aquestes roques deriven, per metamorfisme de tipus regional hercinià, de lutites i gresos primitius del Cambroordovicià. Pertanyen a la zona d'isometamorfisme de la biotita.

En un extrem sud de la cala de s'Alqueria hom pot observar uns nivells d'alguns centímetres d'espessor d'esquists negres, marbres i roques metavolcàniques. Aquestes roques formen part de l'anomenat "complex de Sant Baldri", el qual està format per una sèrie de potència variable d'uns 20 metres com a màxim, que aflora en diferents indrets del massís; el complex està integrat per vàries litologies, però rarament apareixen totes juntes en els diferents afloraments; en conjunt s'han reconegut esquists ampelítics, metavolcanites, quarsites, quarsamfibolites, roques calcossilicatades i marbres.

Des del puig de s'Alqueria, hom pot observar el retrocés dels penya-segats del cap de'n Roig per l'acció erosiva de l'onatge, tal com assenyalen els petits illots que mostren una antiga línia de costa.

Observacions de geologia

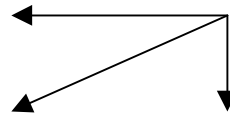
ROQUES	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Esquists negres: deriven d'argiles sulfuroses Marbres: deriven de calcàries Roques metavolcàniques: deriven de cendres volcàniques Codolar a la cala; còdols d'esquists, rodats pel corrent fluvial i aplanats per l'onatge
ESTRUCTURES	Esquistositat, quasi paral·lela a l'estratificació original; direcció de la foliació: NW-SE; direcció de cabussament: NE-SW
METAMORFISME	Regional; zona d'isometamorfisme de la biotita; grau baix
FORMES RELLEU	Cales, penya-segats i illots formats pel retrocés del penya-segat



Esquists de la **zona de la biotita** prop de s'Alqueria; **l'esquistositat**, formada per plans ben visibles, és quasi paral·lela a l'estratificació original



Aflorament, a l'extrem sud de la cala de s'Alqueria, del complex de Sant Baldiri, constituït aquí per **esquists negres, marbres i metavolcanites àcides**



La cala de s'Alqueria excavada en esquists i codolar; a la cala, arran d'aigua, s'hi amunteguen restes de posidònia mortes, portades per l'onatge. Els còdols estan rodats i aplanats pel transport al llarg dels corrents fluvials que els han fet arribar fins al mar, i també per l'acció de l'onatge

5	De quines roques prové, per metamorfisme, la roca abans considerada?
6	Saps quina aplicació té per l'home la roca de la pregunta 4?
7	Des del puig de s'Alqueria hom pot veure uns illots prop de la costa. Explica com s'han format.
8	Els materials d'aquest sector, així com tots els del cap de Creus, han estat intensament deformats. Contesta les preguntes següents:
	a) quines estructures deformants pots observar en aquest sector?
	b) en quina orogènia es varen produir aquestes deformacions?
	c) en quin període i en quina era geològica es produïren les deformacions?
9	Quines formes de relleu pots identificar en aquest sector?
10	Digues quins agents geològics són els responsables de les formes de relleu que observes i també quins factors han intervingut en aquest modelat.

Parada 2. Sector de Guillola

Des de s'Alqueria, prenem la carretera del far. A mà dreta trobarem un rètol que indica el camí que cal seguir per anar a cala Guillola i a cala Jugadora. A pocs metres un corriol porta a la caleta de Sant Lluís, on es pot fer una primera parada per estudiar els materials del sector.

Els materials són esquists biotítics amb porfiroblasts d'andalusita i cordierita, minerals difícils de distingir a ull nu. Els esquists deriven, per metamorfisme regional hercinià, de lutites primitives, gresos i grauvaques. Presenten esquistositat i pertanyen a la zona de l'andalusita-cordierita. La foliació regional presenta direcció NE-SW.

A la caleta s'ha format una petita platja de còdols aplanats, arrossegats per la torrentera que hi desguaja. L'onatge els ha arrodonit i desgastat. Des d'aquest indret podem seguir per un camí de ronda litoral pel qual arribaríem a cala Jugadora. Si remuntem el corriol d'accés a la cala reprendrem el camí, que és interior, fins a cala Jugadora.

Observacions de geologia

ROQUES	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos
ESTRUCTURES	Esquistositat regional, de direcció NE-SW, d'elevada inclinació i esquistositat plegada
METAMORFISME	Regional: zona d'isometamorfisme de l'andalusita-cordierita; grau metamòrfic baix-mitjà
FORMES RELLEU	Cales Penya-segats



La caleta de Sant Lluís a la badia de Guillola, excavada en **esquists**.
Els esquists mostren una esquistositat (foto dreta) d'elevada inclinació i direcció NW-SE



Esquists i esquistositat a la caleta de Sant Lluís



Esquists i esquistositat regional inclinada, a Guillola

PARADA 3. Sector cala Jugadora

Aquesta cala, com cala Fredosa, situada més al nord, s'ha obert al llarg de zones de cisallament, on l'aigua ha excavat les roques amb més facilitat. Per això les cales segueixen la direcció NW-SE, que és la direcció de les cisalles. Aquestes estructures s'observen bé en el camí que porta a cala Fredosa. També es poden veure exemples de plecs que afecten l'esquistositat formada en la primera fase deformant. La foliació regional presenta direcció NE-SW, fortament inclinada.

Els materials són esquists amb sil·limanita d'alt grau metamòrfic; provenen del metamorfisme regional hercinià de lutites, gresos i grauvaques.

A la part nord de cala Jugadora hi ha un cos pegmatític allargat de notables dimensions. Aquests cossos o dics de pegmatita no sempre mostren continuïtat en l'espai, com succeeix en d'altres indrets de la Costa Brava; això és degut a successives i intermitents pulsacions magmàtiques que produïen cossos separats o també cossos més potents que s'aprimen i es fan més grossos successivament.

Agafar els camins cap a cala Fredosa i la cova de s'Infern ens permetrà d'observar bons exemples de plecs en els esquists i milonites a les zones de cisallament.

Observacions de geologia

ROQUES	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Pegmatites Milonites
ESTRUCTURES	Esquistositat regional, de direcció NE-SW d'elevada inclinació i esquistositat plegada Cisalla
METAMORFISME	Regional: zona d'isometamorfisme de la sil·limanita; alt grau metamòrfic Dinàmic: cisallament, amb formació de milonites
FORMES RELLEU	Cales Penya-segats taffone Coves



Cala Jugadora, excavada en els esquists de la zona de la sil·limanita, seguint una zona de cisallament. Cos pegmatític, de tons clars



Esquists de la zona d'isometamorfisme de la sil·limanita entre cala Jugadora i cala Fredosa

Esquists amb taffone i esquistositat inclinada (foto esquerra)

Esquistositat plegada (foto dreta)

PARADA 4. Sector del far del cap de Creus

Des de cala Jugadora prenem un camí amb rètols indicadors fins a la carretera del far, que ens portarà a dalt del far. En aquest sector podem observar molts exemples d'esquistositat plegada, de dics de pegmatites -amb grans cristalls de turmalina, granats i miques- i zones de cisallament. Des d'un punt enlairat observarem cala Culip oberta seguint zones de cisallament i l'illot de s'Encalladora format també per l'erosió al llarg d'una zona de cisallament. També estudiarem les espècies vegetals establertes en aquest sector, des d'on hom pot baixar cap a cala Culip, en què es poden veure amb claredat cisalles i les milonites associades.

Observacions de geologia

ROQUES	Esquists: deriven d'argiles, llims i gresos primitius Milonites Pegmatites amb grans cristalls de miques, turmalina i altres
ESTRUCTURES	Esquistositat regional de direcció NE-SW i esquistositat plegada Cisalles
METAMORFISME	Regional; zona d'isometamorfisme de la sil·limanita Dinàmic: cisalla amb formació de milonites
FORMES RELLEU	Penya-segats Cales Illots formats pel retrocés del penya-segat Taffone i alvèols



Les pegmatites, formades essencialment de quars i feldspat, tenen una textura de gra molt gros; al cap de Creus presenten, accessòriament, d'altres minerals com la turmalina (foto esquerra, de color negre). A la dreta veiem un cristall de quars, de brillantor vítria, i a l'esquerra, cristalls de feldspat, mats



Esquistositat plegada en la segona fase deformant, en els esquists de la zona de la sil·limanita de prop del far; a la foto de l'esquerra, un dic de pegmatita talla l'esquistositat plegada

Vegetació

Les espècies vegetals que hom pot reconèixer a les parts alta i mitjana de la zona del far són les següents:

- en les superfícies rocoses exposades al sud abunden el càdec, el llentiscle, l'estepa blanca, l'estepa negra i l'arítjol; aquestes espècies formen mates baixes i arrodonides, com el llentiscle, i són els principals colonitzadors del territori. Hom també hi pot trobar, amb menys freqüència, cap d'ase, esparreguera, estepa borrera i lleterassa
- en les superfícies rocoses orientades al N-NE, dominen, formant mates força amples i baixes, l'estepa negra i el càdec; més aïlladament trobarem lleterassa i estepa blanca. També hi són freqüents els líquens com la xantòria i la *roccella fucoïdes*, que es feia servir com a colorant, per tenyir
- també es pot trobar el lletsó, el panical blau, el polícarp marí, l'armèria marina, el lliri menut i la maçanella entre d'altres.
- als voltants de puig Culip els matolls dominants són càdecs, llentiscles, estepes negres i brucs boals; també s'hi pot trobar romaní i cap d'ase

FORMACIÓ VEGETAL	Brolla	
ESPÈCIES RECONEGUDES	Arítjol	<i>Smilax aspera</i>
	Armèria marina	<i>Armeria ruscinonensis</i>
	Bruc boal	<i>Erica arborea</i>
	Càdec	<i>Juniperus oxycedra</i>
	Cap d'ase	<i>Lavandula</i>
	Esparreguera	<i>Asparagus acutifolius</i>
	Estepa blanca	<i>Cistus albidus</i>
	Estepa borrera	<i>Cistus salvifolius</i>
	Estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	Llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
	Lleterassa	<i>Euphorbia</i>
	Lletsó	<i>Sonchus tenerrimus</i>
	Lliri menut	<i>Iris lutescens</i>
	Maçanella	<i>Helicrysum stoechas</i>
	Panical blau	<i>Eryngium bourgatii</i>
	Polícarp marí	<i>Policarpon polycarpoides</i>

PARADA 5. Sector Tudela-Cala Culleró-Cala Culip

Des del far agafarem l'automòbil fins a Tudela, on es pot fer, si el temps ho permet, la darrera parada. Com s'ha dit anteriorment, Tudela està ocupada per una urbanització que pertany al Club Med, al qual cal demanar autorització per entrar-hi (no hi posen traves). Val a dir que actualment aquest complex està en procés de desaparició degut que, segons la normativa del parc, es troba en situació il·legal.

En aquesta parada es pot fer un recorregut per una petita carretera asfaltada construïda pel Club Med. La urbanització ha alterat, evidentment, l'entorn natural, però encara s'hi poden estudiar les roques i les estructures. Hi ha magnífics exemples d'alvèols i taffone, pegmatites, que destaquen en el relleu per llur major resistència a l'erosió i pels seus tons clars, zones de cisallament i les milonites associades, esquists, migmatites, mineralitzacions de turmalina i granats en les pegmatites.

Observacions de geologia

ROQUES	Esquists: deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Pegmatites Milonites Migmatites
ESTRUCTURES	Esquistositat regional de direcció NE-SW i esquistositat plegada
METAMORFISME	Regional; zona d'isometamorfisme de la sil·limanita; alt grau metamòrfic Dinàmic: cisallament amb formació de milonites
FORMES RELLEU	Cales Penya-segats Illots formats per retrocs dels penya-segats Taffone i alvèols



Cala Culleró, oberta seguint una **zona de cisallament**
Cisalla que talla l'esquist i un dic de pegmatita (foto esquerra)



Cala Culip, al fons, oberta seguint una zona de cisallament



Esquists i esquistositats



Contacte entre esquist amb esquistositat plegada i pegmatita



Taffone i alvèols, formats pel vent humit, salabrós, carregat de partícules, en esquists



Cristalls de **turmalina** en pegmatites

Vegetació

Seguint el camí asfaltat entre Tudela i cala Culip, les espècies més abundants que trobarem són aquelles adaptades a la salabor aportada directament pels esquitxos de les onades i/o pel vent salabrós, com ara les següents:

- el coixí de monja
- el fonoll marí
- la salsona
- el polícarp marí
- l'armèria marina. Aquesta espècie és endèmica del Rosselló però s'estén des d'Argelès fins a les Medes
- la maçanella
- alguns matolls de càdec

També hi trobarem:

- algun exemplar de tamariu
- aladern de fulla estreta
- Carpobrotus edulis*; és una espècie introduïda que prové d'Àfrica
- gozania; és introduïda

Aquestes espècies estan força disperses; arrelen en els llocs més planers, en les escletxes entre el rocam, indrets on es forma un sòl molt prim.

Més lluny de la costa el territori està colonitzat per matolls dispersos, que més cap a l'interior formen una brolla, constituïda principalment per les següents espècies:

- càdec
- romaní
- bruc
- llentiscle
- estepes

FORMACIÓ VEGETAL	Brolla, en les zones allunyades del litoral Espècies adaptades a ambients salabrosos en el litoral	
ESPÈCIES RECONEGUDES	Arítjol	<i>Smilax aspera</i>
	Armèria marina	<i>Armeria ruscinnensis</i>
	Bruc	<i>Erica arborea</i>
	Càdec	<i>Juniperus oxycedra</i>
	Coixí de monja	<i>Astragalus massiliensis</i>
	Estepa blanca	<i>Cistus albidus</i>
	Estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	Fonoll	<i>Foeniculum vulgare</i>
	Llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
	Lleterassa	<i>Euphorbia</i>
	Maçanella	<i>Helicrysum stoechas</i>
	Policarp marí	<i>Policarpon polycarpoides</i>
	Romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>
	Salsona	<i>Inula crithmoides</i>
	Tamariu	<i>Tamarix gallica</i>



Brolla de càdec, romaní, bruc, etc.



Coixí de monja (*Astragalus massiliensis*)



Maçanella (*Helicrysum stoechas*)



Armèria marina (*Armeria ruscinonensis*)

QÜESTIONS sectors Guillola-Jugadora-far-Tudela

1	Respecte les pegmatites,
	a) quins minerals essencials les componen?
	b) quins minerals accessoris, de grans dimensions, presenten al far i a Tudela?
	c) com s'interpreta la seva formació al cap de Creus?
	d) en quines zones d'isometamorfisme es presenten en el cap de Creus?
2	Quina és la roca dominant als sectors del far, cala Jugadora i Tudela?
	a) Guillola
	b) cala Jugadora
	c) el far
3	Quines estructures deformants són reconeixibles als sectors de
	a) Guillola?
	b) cala Jugadora?

	c) Tudela?
4	Les milonites,
	a) per quin tipus de metamorfisme es formen?
	b) quines característiques tenen? 1- pel que fa a la mineralogia: 2- pel que fa a la textura:
	c) a quin tipus de deformació estan associades?
5	A quina zona metamòrfica pertany el sector de
	a) Guillola?
	b) Tudela?
6	A quins factors ambientals s'han d'adaptar les plantes que viuen en els penya-segats del cap de Creus?
7	Anomena plantes pròpies dels penya-segats del cap de Creus.
8	Anomena alguna planta aromàtica de la família de les labiades present entre el far i Tudela.
9	Quin és l'estrat de vegetació que domina al cap de Creus, l'arbori, l'arbustiu o l'herbaci?
10	Quina és la formació vegetal que trobem a continuació de la zona litoral, lluny dels penya-segats, com al voltant de puig Culip? Anomena espècies vegetals que la constitueixin.

--	--

ITINERARI 4. Can Rabassers-cala Serena- cala Prona- punta dels Farallons

Recorregut

Per arribar a can Rabassers de baix, cal agafar la carretera cap al far; poc abans d'arribar al coll de Rabassers, a mà esquerra de la carretera hi ha una pista de terra amb un rètol indicatiu del Parc Natural del cap de Creus que en menys de cinc minuts ens portarà al mas de can Rabassers de baix, punt on comença l'itinerari. Fins aquí es pot arribar en cotxe. Des de can Rabassers de baix seguirem el camí, que es troba a mà esquerra del mas i al cap d'un quart d'hora de caminar arribarem a can Rabassers de dalt, des d'on, seguint el camí, arribarem a una cruïlla de camins que ens permetrà accedir al mas de la Birba, a cala Portaló, a cala Galladera, a cala Serena i a cala Prona; des d'aquesta cruïlla arribarem, passant per cala Serena, a cala Prona, al cap d'una hora de caminar. Des de cala Prona ens dirigirem a Punta del Farallons, a la caleta rec de'n Sapes i a Volt Andrau. Per tornar es pot refer el camí d'anada o cercar el camí cap al puig de la Sardina i des d'aquest punt anar a buscar el camí d'anada.

Cal tenir en compte que els corriols de tots aquests voltants a vegades costen de veure perquè poc a poc es van perdent; per això és aconsellable seguir-los amb persones que els coneguin bé, ja que sortir-ne pot suposar caminar per entremig d'una brolla i uns terrenys trencats amb nombrosos barrancs curulls de vegetació que dificulten enormement el desplaçament i per on és fàcil perdre's.

Durada

Considerant les aturades per estudiar els materials, les estructures i la vegetació, aquest itinerari pot durar no menys de cinc hores.

Geologia

En aquest recorregut travessarem la sèrie esquistosa del Cambroordovicià corresponent a les zones d'isometamorfisme de l'andalusita-cordierita i també de la sil·limanita, i roques intercalades en aquesta sèrie esquistosa com les quarsites. Al tram més septentrional de l'itinerari, al voltant de cala Prona, cala rec de'n Sapes, Volt Andrau, etc., podem observar magnífics exemples de cisalles, esquistositats plegades, milonites, migmatites i diferents roques ígnies com diorites, tonalites, gabres, leucogranits, granodiorites o granits. A més, en tot el recorregut anirem trobant cossos pegmatítics, alguns amb mineralitzacions de turmalina, beril·le i cassiterita entre d'altres.

Vegetació

En els primers trams de l'itinerari, la formació vegetal que travessarem és una brolla amb espècies com estepa, bruc o argelaga; més endavant, al voltant de cala Prona, situada a la banda litoral septentrional, la vegetació és molt escassa degut a la forma de penya-segats que adopta la costa i a l'exposició constant als forts vents de tramuntana. Hi trobarem algunes espècies adaptades als ambients salabrosos imposats pels vents salins, tals com el donzell marí, el coixí de monja o el plantatge marí.

Vegetació Can Rabassers de dalt-cala Serena-Punta dels Farallons

FORMACIÓ VEGETAL	Brolla	
ESPÈCIES RECONEGUDES	Argelaga negra	<i>Calicotome spinosa</i>
	Bruc boal	<i>Erica arborea</i>
	Càdec	<i>Juniperus oxycedra</i>
	Cap d'ase	<i>Lavandula stoechas</i>
	Coixí de monja	<i>Astragalus massiliensis</i>
	Donzell marí	<i>Artemisia gallica</i>
	Esbarzer	<i>Rubus ulmifolius</i>
	Estepa blanca	<i>Cistus albidus</i>
	Estepa borrera	<i>Cistus salvifolius</i>
	Estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	Limòonium	<i>Limonium virgatum</i>
	Llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
	Lleterassa	<i>Euphorbia characias</i>
	Matapoll	<i>Daphne gnidium</i>
	Murta	<i>Myrtus comunis</i>
	Olivarda	<i>Inula viscosa</i>
	Plantatge marí	<i>Plantago subulata</i>



It.4: Punt d'inici de l'itinerari

Els camins i corriols per arribar a Cala Serena i Cala Pronga així com el camí de retorn des de punta dels Farallons, no estan dibuixats en el mapa; cal seguir les indicacions exposades al text

Observacions de geologia

ROQUES	Esquists que deriven per metamorfisme d'argiles, llims i gresos Quarsites que deriven de gresos rics en quars Pegmatites Leucogranits, granodiorites, tonalites, quarsdiorites, gabres i granits Migmatites Milonites
ESTRUCTURES	Esquistositat regional de direccions NW-SE i NE-SW; esquistositat plegada Cisalla
METAMORFISME	Regional, zona d'isometamorfisme de la cordierita-andalusita i zona de la sil·limanita Dinàmic: cisallament amb formació de milonites Zona d'anatèxia
FORMES RELLEU	Cales Penya-segats taffone

Parada 1. Can Rabassers de dalt

A la parada de can Rabasseres de dalt estudiarem els afloraments de quarsites. Des de can Rabassers de baix, hi arribarem seguint el camí de l'esquerra del mas, després de caminar un quart d'hora.



Quarsites llistades; les bandes fosques són degudes a la presència de materials carbonosos

Quarsites plegades (foto esquerra)

Les quarsites deriven, per metamorfisme, de gresos rics en quars



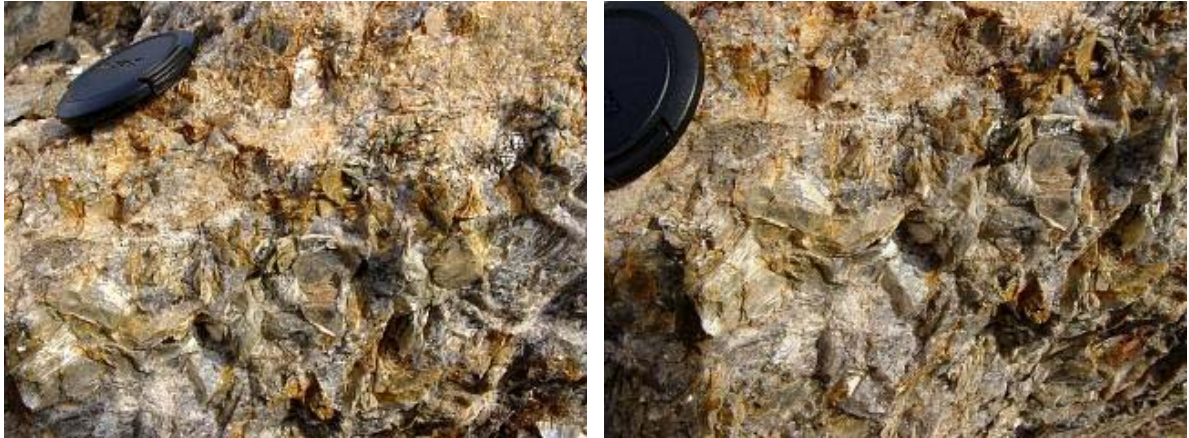
El mas de can Rabassers de dalt està edificat amb quarsites
Degut a la seva compacitat i duresa, la quarsita és una roca emprada per fer parets

Vegetació

Pel camí dels masos de can Rabassers, travessem una brolla d'estepa negra com a espècie més abundant, en què es troben també el matapoll, el llentiscle, l'argelaga negra, l'olivarda, el bruc, l'estepa blanca, el cap d'ase, l'estepa borrera, la lleterassa i l'esbarzer. Passada la cruïlla cap a cala Prona, l'espècie més abundant de la brolla és el bruc.

Parada 2. Pegmatites amb mineralitzacions de cassiterita, beril·le, turmalina i moscovita

Des de can Rabassers de dalt, continuarem per la pista, que travessa els esquists de la zona d'isometamorfisme de l'andalusita-cordierita. A mig quilòmetre del mas trobarem unes pegmatites amb mineralitzacions de cassiterita, beril·le, turmalina i moscovita. Malauradament, aquests minerals han estat objecte d'extraccions il·legals que n'han malmès l'aflorament.



Tal com es pot observar en les fotografies, els megacristalls d'aquestes pegmatites han estat extrets, acció no permesa que malmet el patrimoni natural del cap de Creus

Continuarem per la pista fins arribar, al cap d'entre uns deu i quinze minuts, a una cruïlla de camins. El de mà esquerra ens portarà cap al mas de la Birba; el de la dreta, cap a cala Prona i cala Galladera. Prendrem aquest darrer camí.

Després de caminar entre uns vuit i deu minuts, arribarem a una cruïlla de corriols dibuixada entre brucs; el de la dreta ens porta a cala Galladora i el de l'esquerra, a cala Serena (o s'Arenèa) passant pel rec de s'Arena (el mapa la subdivideix en dues cales: cala Portitxó i cala s'Arenassa). Des d'aquest punt, aproximadament al cap d'una hora de camí, arribarem a cala Prona.

Baixarem pel rec de s'Arena excavat en els esquists de la zona d'isometamorfisme de la si-limanita.

Parada 3. Voltants de cala Serena

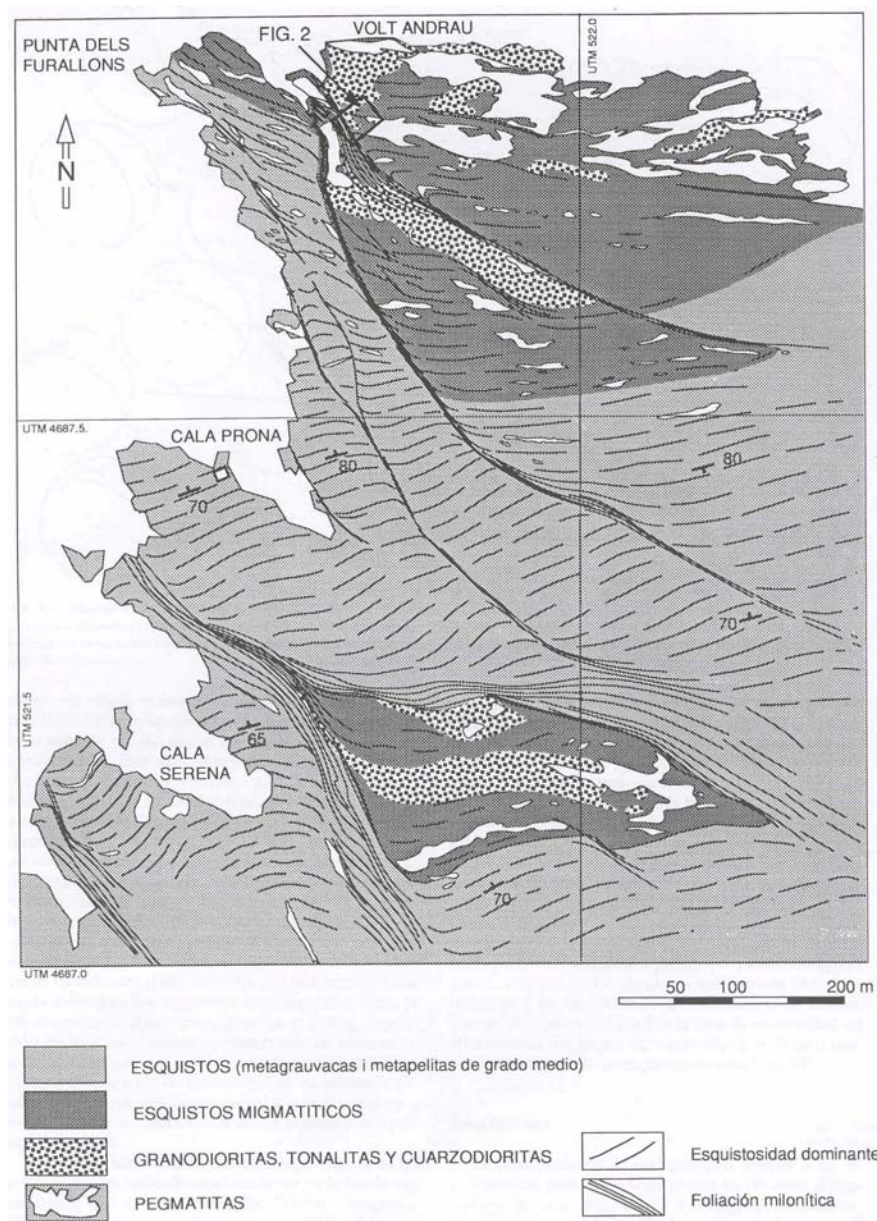
Cala Serena està orientada segons la direcció NW-SE, que coincideix amb la direcció de les zones de cisallament. Es tracta d'estructures observables a l'est de la cala. En el mateix corriol que voreja la cala per la part de dalt, podrem estudiar bells exemples de pegmatita amb turmalines, quarsites blanques plegades i la zona de cisallament que afecta els esquists de grau metamòrfic mitjà-alt amb la consegüent formació de milonites.



Cala Serena; al mig, un illot que assenyala un antic front costaner



Pegmatita amb cristalls de **turmalina** en el corriol damunt cala Serena



Mapa geològic, segons Jordi Carreras i E. Druguet

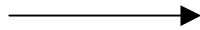
Observem en el mapa la varietat de roques que afloren entre Cala Serena i el sector de Volt Andrau. Les zones de cisallament tallen totes les roques —esquistos, pegmatites granodiorites, tonalites, quarsdiorites i migmatites— i també les esquistositats. Es tracta, per tant, de les darreres estructures formades en l'últim episodi deformant hercinià que ha afectat aquest sector i també el cap de Creus.

Les migmatites que formaven possiblement una faixa contínua, per efecte del cisallament, n'han resultat desplaçades i es presenten, tal com s'observa en el mapa, formant afloraments discontinus.

Parada 4. Sector de cala Prona

Des de cala Serena, seguint el corriol, arribarem a cala Prona. La cala ha estat excavada seguint zones de cisallament. En els penya-segats de la cala per on passa el corriol es poden observar bons exemples d'esquistositat plegada en els esquists d'alt grau metamòrfic.

Cala Prona; al fons, la punta dels Farallons



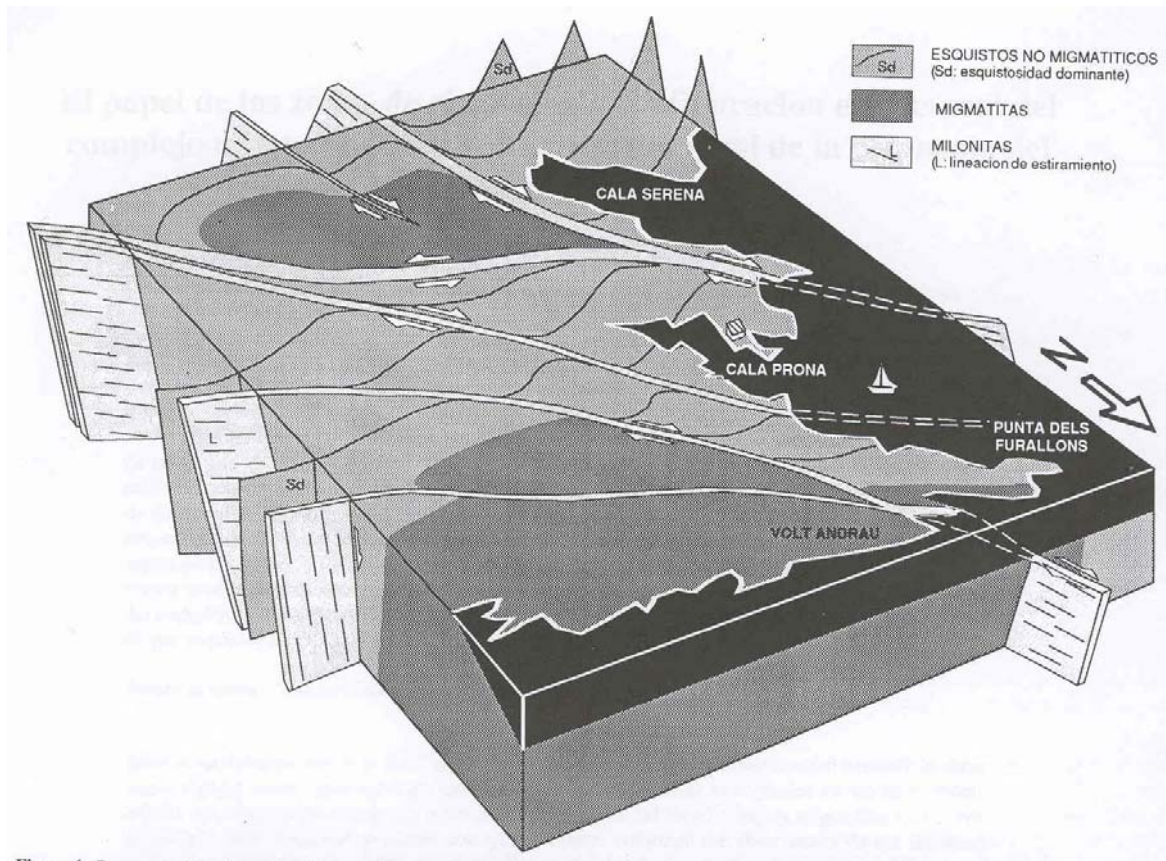
Esquistositat plegada en els esquists del litoral de cala Prona



Seguint el corriol que voreja la cala en direcció punta dels Farallons, observarem una de les zones de cisallament que conflueixen en aquest sector i en què es pot observar molt bé l'estirament provocat per la cisalla en els esquists i la foliació milonítica que genera aquesta estructura. Tot el sector mostra magnífics exemples de les estructures esmentades.



La **cisalla** talla transversalment (part inferior) l'**esquistositat plegada**, de forta inclinació



Representació tridimensional de les zones de cisallament del sector comprès entre Volt Andrau i cala Serena (J. Carreras i E. Druguet)

Les cisalles provoquen la formació de **milonites** tot al llarg de la deformació i també desplaçaments en les roques afectades degut a l'estirament



Pegmatites entre cala Prona i punta dels Farallons

Vegetació

El sector litoral que estem analitzant està desproveït de mantell vegetal continu degut al seu caràcter de penya-segat amb fort pendent, i degut a la seva orientació al nord, exposat a la tramuntana. Hi creixen mates aïllades de donzell marí, càdec que creixen inclinats per l'acció del vent i, en indrets més planers, s'ha identificat també el limònim.

Parada 5. Sector punta dels Farallons-cala rec de'n Sapes

Aquesta parada es pot fer si es disposa del temps suficient. Hi arribarem seguint el corriol que voreja la cala, enfilant-nos pel rocam.

Els cossos i dics de pegmatita així com les formes, modelades per l'onatge i els aerosols salins, en són espectaculars.

Tot el sector és un penya-segat de fort pendent en què els esquists, foscos, destaquen en el relleu per les seves formes singulars i pel color clar dels cossos pegmatítics.

Ens enfilarem una mica per dirigir-nos a la caleta de rec de'n Sapes, on podem observar les zones de cisallament i les milonites associades que han condicionat la formació de la caleta. Es pot veure com una d'aquestes estructures, que afecta uns dics de pegmatita, resulta desplaçada uns quants metres per efecte del cisallament.

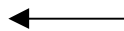
En aquest indret és possible observar anatexites: roques que han sofert un procés de fusió i posteriorment han cristal·litzat; aquest procés es produí en els esquists més pregons, on l'elevada temperatura va permetre assolir el punt de fusió. Semblantment hom pot observar migmatites: roques que són la mescla de components metamòrfics i components d'origen magmàtic. Es produeix en les zones més profundes de l'orogen, on

els materials arriben a fondre's parcialment resultant-ne una roca híbrida, amb components metamòrfics que no s'han fos i components magmàtics que s'han fos, han format un magma i després han cristal·litzat en refredar-se. Aquests dos components es barregen en la migmatita, que adquireix unes estructures variables i canviants. D'aquestes roques, en podrem observar també bons afloraments al voltant del puig de la Sardina, on arribarem a través de corriols des de la cala de Rec de'n Sapes.

En aquest sector i a Volt Andrau podem observar diferents roques ígnies com granodiorites, tonalites i quarsdiorites.

Des de la cala de rec de'n Sapes, si no es va amb un guia, es recomana tornar a cala Prona, passar de bell nou per damunt de cala Serena i remuntar el rec de s'Arena fins a trobar la pista de terra que ens portarà a can Rabassers, ja que els corriols que travessen el massís no estan marcats en els mapes i resulta fàcil perdre-s'hi. Si finalment, tot i no anar amb guia, s'opta per tornar pel puig de la Sardina, es recomana anar proveït de telèfon mòbil per resoldre un possible contratemps.

Cal recordar que tot el sector recorregut forma part del Parc Natural i per tant està totalment prohibit agafar-ne mostres de minerals, roques o plantes.



Cala rec de'n Sapes

S'ha obert seguint una zona de cisallament; la cisalla ha afectat un dic de pegmatita (de color blanc) i l'ha desplaçat. Al llarg de la cisalla s'han format milonites (foto inferior)





Granitoide

Els minerals clars són quarz i feldspat; els foscos, mica i altres
Als voltants de la cala rec de'n Sapes



Migmatita

El component igni, de tons clars, té textura granada; el component metamòrfic, de tons foscos, mostra foliacions

QÜESTIONS. Can Rabassers-cala Serena-Punta dels Furallons

1	Les quarsites,
	a) quin tipus de metamorfisme les ha afectat?
	b) de quines roques provenen per metamorfisme?
	c) a can Rabassers de dalt formen bandes grises i negres; a què és degut el color negre?
	d) entre quines roques estan intercalades a can Rabassers de dalt? En quina zona de d'isometamorfisme es troben?
	e) Mesura la direcció i la inclinació dels nivells quarsítics de can Rabassers de dalt direcció: _____ inclinació: _____
2	La cisalla és una deformació dúctil que produeix un estirament a la roca afectada. Contesta les preguntes següents:
	a) quins altres processos produeix aquesta deformació en la roca afectada?
	b) quina roca en resulta, d'aquesta deformació?
	c) quina direcció predominant presenten les zones de cisallament al cap de Creus?
	d) quina forma de relleu condiciona aquesta estructura?
3	Al voltant de la punta dels Farallons afluïren migmatites. Resol les qüestions següents:
	a) defineix la migmatita
	b) com s'anomena el component igni de la migmatita? I el component metamòrfic?

	c) explica l'origen del component igni de la migmatita
4	En aquest sector afloren roques ígnies. Contesta:
	a) quins tipus de roques ígnies afloren als voltants de Volt Andrau?
5	La vegetació és molt pobra als penya-segats de cala Prona, fortament ventada i amb pendents elevats; tanmateix, sempre hi ha espècies amb capacitat per viure en llocs difícils. Contesta:
	a) quines espècies has reconegut als penya-segats de cala Prona?
	b) quins factors, a més dels esmentats, fan difícil l'existència de vegetació en aquests indrets?
6	Quina formació vegetal ocupa el sòl als voltants de can Rabassers?
7	Anomena les espècies reconegudes en el tram entre can Rabassers de dalt i el desviament de corriols cap a cala Serena.
8	El cap de Creus ha sofert molts incendis, després dels quals, però, la vegetació ha colonitzat de bell nou el territori. Saps què és una espècie piròfita? Anomena'n algunes.

9	Què és una planta halòfila? En coneixes alguna?
10	Què és una planta rupícola?

QÜESTIONS. Test d'autoavaluació de geologia

- 1- Els plutons granítics de Roses i Rodes,
 - a) són intrusius
 - b) es varen emplaçar durant l'orogènesi herciniana
 - c) mostren estructures de gneissificació (foliació gneíssica) degudes a estar afectats per cisallaments
 - d) a), b) i c) són correctes
- 2- L'esquistositat és:
 - a) una estructura que es produeix en roques afectades per pressions deformants dirigides, sota una càrrega de sediments mínima (pressió litostàtica)
 - b) una estructura que es forma sempre que una roca es plega
 - c) una estructura deformant que produeix una fracturació en la roca
 - d) a), b) i c) són correctes
- 3- Els taffone són:
 - a) formes d'erosió produïdes pel vent salabrós carregat de partícules
 - b) cavitats més o menys esfèriques d'entre deu centímetres i alguns metres
 - c) formes d'erosió que es produeixen especialment en roques cristal·lines de climes àrids periglacials i també en zones litorals
 - d) a), b) i c) són correctes
- 4- En la gènesi de les formes de relleu del cap de Creus, hi han intervingut:
 - a) l'onatge marí i la duresa del rocam
 - b) les estructures i el vent
 - c) els corrents fluvials que han solcat el massís i la compacitat de les roques
 - d) a), b) i c) són correctes
- 5- Les pegmatites del cap de Creus,
 - a) són roques filonianes formades bàsicament de quars i feldspat
 - b) es varen formar durant l'orogènia alpina
 - c) provenen de la recristal·lització dels esquists encaixants
 - d) a), b) i c) són correctes
- 6- Els esquists del cap de Creus,
 - a) s'han format pel metamorfisme de roques sedimentàries primitives
 - b) van assolir un metamorfisme de pressió i temperatura altes
 - c) afloren únicament a la part septentrional de la península
 - d) a), b) i c) són correctes
- 7- Les quarsites del cap de Creus,
 - a) són roques metamòrfiques que deriven de gresos primitius
 - b) deriven per metamorfisme de sediments argilosos primitius
 - c) ocupen grans extensions en el massís
 - d) han estat metamorfitzades per la calor aportada per una massa ígnia
- 8- El gneis
 - a) és una roca metamòrfica que prové del metamorfisme de roques sedimentàries argiloses primitives
 - b) és una roca que deriva del metamorfisme de granits
 - c) de Roses i Rodes s'ha format degut al cisallament que ha afectat els granits
 - d) a), b) i c) són correctes
- 9- La migmatita
 - a) és una roca "mescla" formada per dos components, l'un metamòrfic i l'altre igni

- b) té una part ígnia que s'anomena paleosoma
 - c) al cap de Creus aflora a cala Jugadora
 - d) a), b) i c) són correctes
- 10- La milonita
- a) és una roca metamòrfica
 - b) ha sofert un procés deformant durant la seva formació anomenat cisallament
 - c) té el gra molt fi
 - d) a), b) i c) són correctes
- 11- En l'articulació del litoral del cap de Creu, hi ha intervingut
- a) l'onatge marí
 - b) les estructures i la naturalesa del rocam
 - c) les aigües d'escolament
 - d) a), b) i c) són correctes
- 12- Les formes de relleu que dominen en el litoral del cap de Creus són
- a) els penya-segats
 - b) les cales
 - c) les platges pedregoses
 - d) les platges sorrenques
- 13- Assenyaleu quina d'aquestes opcions és la vertadera:
- a) els processos formadors (petrogènesi) de les roques del cap de Creus es varen produir en el cicle orogènic hercinià
 - b) el massís del cap de Creus és part integrant de la serralada herciniana, la qual fou arrasada al final del Paleozoic, fa uns 245 milions d'anys
 - c) Damunt la serralada arrasada (peneplanitzada), es dipositaren en temps geològics posteriors (Mesozoic i Cenozoic) nous sediments i es formaren noves roques; al cap de Creus, aquestes roques foren totalment erosionades
 - d) a), b) i c) són correctes
- 14- Assenyaleu l'opció vertadera:
- a) els granits de Roses presenten foliació milonítica
 - b) els granits de Roses presenten foliació gneíssica
 - c) un ortogneis és un gneis que deriva d'un granit
 - d) a), b) i c) són correctes

AVALUACIÓ

Cada pregunta correcta val un punt

Cada error o pregunta en blanc descompta un punt

Nº encerts.....

Nº errors.....

NOTA.....

Llegiu el text següent i ompliu els espais buits:

El massís del cap de Creus constitueix, juntament amb les Alberes, la terminació oriental dels..... És part integrant de la vella....., la qual fou arrasada (erosionada) a finals de l'era..... fins esdevenir una.....

El cap de Creus està constituït per roques metamòrfiques, ígnies i sedimentàries, representades aquestes últimes per al·luvions recents, i esbaldregalls de pendent, localitzats al llarg dels corrents fluvials i als peus de relleus més enlairats, sediments que formen platges i terrasses marines. Els tipus de roques més abundants del massís són les roques....., les quals deriven majoritàriament de primitives roques....., sobretot d'argiles i....., les quals foren sedimentades en conques marines durant el Cambrià i l'Ordovicià; en el Carbonífer tota la sèrie sedimentària fou sotmesa a intensos esforços deformants en la..... herciniana i com a conseqüència es va metamorfitzar; es varen formar, doncs, noves roques; les argiles i els gresos primitius es metamorfitzaren en El metamorfisme, però, no fou de la mateixa intensitat en tota la sèrie sedimentària afectada; les parts més intensament deformades i les parts més..... de l'edifici orogènic (serralada herciniana), sotmeses a pressions (dirigides i litostàtiques) més intenses i a temperatures més elevades, assoliren un major grau de..... Les àrees de més intensitat metamòrfica estan localitzades a la part.....de la península, mentre que les de menor intensitat metamòrfica es troben a la part.....

Durant el procés metamòrfic, produït pels plegaments hercinians, es formaren nous minerals i noves..... Paral·lelament al pla axial dels plecs produïts per l'orogènesi, es varen formar plans al llarg dels quals els minerals es van orientar i recristal·litzar originant una nova estructura anomenada..... En les roques del cap de Creus han estat reconegudes fases o episodis de deformació.

Tot el massís del cap de Creus es troba travessat per unes estructures dúctils, alineades en la direcció preferent NW-SE anomenades.....; en aquestes estructures la roca afectada no es fractura, sinó que experimenta un estirament i una microgranulació i recristal·lització dels minerals. Aquesta estructura comporta la formació d'una nova roca anomenada.....

A la banda nord del massís, on afloren roques de parts profundes de l'orogen, aquestes assoliren les condicions de fusió (anatèxia), i es formaren magmes que en refredar,..... i originaren.....

AVALUACIÓ

Cada pregunta correcta val mig punt

Nº encerts.....

NOTA.....

QÜESTIONS. Test d'autoavaluació de botànica

- 1- Quins factors principals determinen el clima d'una regió?
 - a) la pluviositat i el rocam
 - b) la pluviositat i la temperatura
 - c) la insolació i la temperatura
- 2- A quin factor s'ha d'adaptar, sobretot, la vegetació en clima mediterrani?
 - a) a les elevades temperatures
 - b) a l'ariditat
 - c) al relleu
- 3- Quina formació vegetal potencial correspon a l'Alt Empordà en raó del seu clima?
 - a) la sureda
 - b) les brolles i màquies
 - c) l'alzinar litoral
- 4- Quins efectes té en un alzinar la tala d'arbres?
 - a) l'entrada de pins en el bosc d'alzines
 - b) l'entrada d'espècies heliòfiles
 - c) totes dues
- 5- Quines formacions vegetals predominen al cap de Creus?
 - a) brolles i màquies
 - b) prats
 - c) alzinars, suredes i avellanoses
- 6- Per adaptar-se a l'escassetat d'aigua hi ha plantes que
 - a) presenten ceres o resines a les fulles
 - b) presenten pilositat a les fulles
 - c) totes dues
- 7- Assenyaleu l'afirmació vertadera:
 - a) les essències que secreten algunes plantes agraden als herbívors
 - b) l'epinescència (presència d'espines) és una adaptació al fred
 - c) en algunes plantes es marceixen les fulles per reduir-ne la transpiració
- 8- Assenyaleu la/les afirmació/ons vertadera/es:
 - a) les plantes halòfiles estan adaptades a ambients salabrosos
 - b) a les zones interiors del cap de Creus predomina la brolla

- c) l'alzinar és la formació vegetal actual del cap de Creus
- 9- Assenyaleu la/les afirmació/ons vertadera/es:
- a) el romaní, el cap d'ase i la farigola presenten essències
 - b) les essències redueixen la transpiració
 - c) el romaní pertany a la família de les labiades
- 10- Assenyaleu l'afirmació vertadera:
- a) l'aixorbarrates o coixí de monja és una planta que trobarem a la zona litoral
 - b) el llentiscle el trobarem a la zona interior del cap de Creus
 - c) a) i b) són correctes
- 11- Als penya-segats del cap de Creus les plantes han hagut d'adaptar-se a:
- a) la salabror dels esquitxos de les onades i als aerosols salins
 - b) un sòl molt prim i poc o gens evolucionat
 - c) tots dos
- 12- Al cap de Creus, degut al fort vent de tramuntana, hi ha plantes que
- a) creixen en la direcció del vent
 - b) formen mates arrodonides
 - c) totes dues
- 13- Una planta piròfita
- a) té llavors difícils de cremar
 - b) té òrgans subterranis de resistència al foc
 - c) totes dues
- 14- Una planta esclerofil·la presenta fulles
- a) endurides i reduïdes
 - b) persistents
 - c) totes dues

AVALUACIÓ

En les preguntes en què pugui haver-hi més d'una resposta vertadera, es considerarà vàlida, únicament, la resposta on s'han assenyalat les dues o tres possibilitats vertaderes.

Cada pregunta correcta val un punt

Cada error o pregunta en blanc descompta un punt

Nº encerts.....

Nº errors.....

NOTA.....

--

ITINERARI GEOLÒGIC PEL PLIOCÈ MARÍ DE L'ALT EMPORDÀ

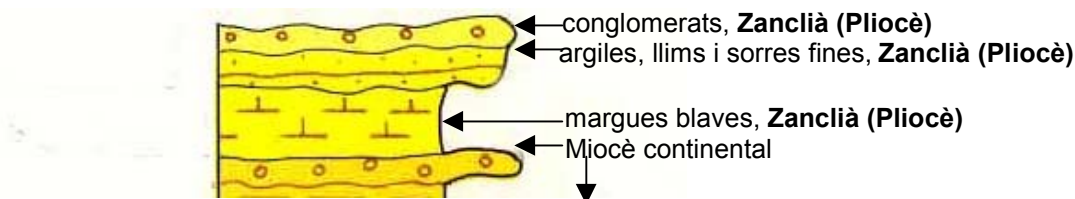
INTRODUCCIÓ. CARACTERÍSTIQUES DEL PLIOCÈ MARÍ DE L'ALT EMPORDÀ

A l'Alt Empordà aflora el Pliocè en fàcies marina i continental. Els afloraments del Pliocè continental es concentren preferentment a la part nord de la depressió; aflora als voltants de Figueres, Peralada, Castelló d'Empúries, Marzà... El Pliocè marí el trobem, aproximadament, a la meitat sud de la depressió de l'Alt Empordà. Els jaciments fòssils del Pliocè marí són de reduïdes dimensions i actualment es troben alterats per accions antròpiques; es concentren en els termes de Ventalló, Sant Miquel de Fluvià, Vila-robau, Siurana, Vilacolum i Viladamat.

Les roques del Pliocè marí es dipositaren a la fossa de l'Empordà, entre els -5,7 milions d'anys i -3,4 milions d'anys, lapse de temps corresponent a l'estatge Zanclià, en què la fossa fou submergida a les aigües marines degut a l'avenç del mar, o transgressió, vers al continent. Aquesta transgressió es produí, en el temps, després d'una etapa regressiva -la regressió messiniana- durant la qual la fossa empordanesa va romandre emergida. Al fons i a les vores d'aquell mar transgressiu, es dipositaren sediments com margues, argiles, llims, sorres i conglomerats, damunt superfícies erosionades en l'anterior etapa esmentada.

La fauna que vivia en aquell mar, en morir, s'hi diposità al fons i fou recoberta de nous sediments, fet que en va permetre la fòssilització. L'estudi de les formes fòssils trobades, així com les pistes o traces deixades en el substrat per aquells animals, ha permès la datació del rocam i també la identificació de diferents medis a la mar o vores marines on vivien.

La sèrie sedimentària del Pliocè marí de l'Alt Empordà és la següent:



Escala 1:5.000

Així doncs, es passa progressivament de sediments fins a la base, com margues i argiles, cap a materials més grollers al sostre de la sèrie, com sorres i conglomerats. Aquesta seqüència assenyalava un retrocés del mar, és a dir, una regressió. Els sediments més fins s'haurien dipositat en un medi marí i a mesura que el mar s'anava enretirant, sobre els anteriors sediments es dipositarien materials cada cop més grollers ja que la conca estava més a prop del continent. Els conglomerats, per la seva banda, s'haurien dipositat en un

ELS MATERIALS

Els materials del Pliocè marí a l'Alt Empordà estan representats majoritàriament per sediments detrítics, graves, sorres, llims i argiles i també per margues (margues blaves de Siurana) les quals constitueixen la base de la sèrie sedimentària del Pliocè, amb abundant fauna fòssil.

Malgrat que els afloraments d'aquests materials són dispersos i escassos, s'han pogut estudiar a alguns llocs bé perquè no han estat erosionats, o perquè no han estat alterats per transformacions antròpiques, i se n'han extret les següents conclusions:

- l'existència del **medi sedimentari marí** d'aquests materials queda demostrada per l'abundant fauna marina que presenta, especialment de mol·luscs

- la **sèrie sedimentària és regressiva**, ja que els sediments basals fins -les margues de Siurana-, esdevenen progressivament, al sostre de la sèrie, sediments de granulometria més grollera -llims i sorres- i conglomerats, al sostre de la sèrie. Semblantment les associacions faunístiques, en els nivells més superiors, són pròpies de medis d'aigües més somes.

- les característiques litològiques, faunístiques i paleogeogràfiques dels materials estudiats corresponen a **medis sedimentaris d'aigües de poca profunditat**, litorals, fet que queda palesat també pel caràcter majoritàriament bentònic dels foraminífers presents. D'acord amb la fauna i per les **estructures biogèniques** reconegudes (**bioerosions**) en els sediments, s'ha identificat l'existència de medis de **penya-segat costaner** (Vilacolum, Viladamat, Sant Mori-SantMiquel de Fluvià, Palau de Santa Eulàlia i Els Olivets), medis deltaics (Viladamat) i medis de badia, aquests darrers interpretats a partir de les margues blaves de Siurana i la fauna que presenten.

- la sèrie sedimentària pliocènica es disposa després de la **transgressió** que es produí durant el **Zanclià** (Pliocè inferior), que inundà les terres i els relleus miocènics que es trobaven emergits degut a la **regressió** ocorreguda en el Messinià (Miocè superior)

L'estudi de les característiques faunístiques i litològiques del Pliocè marí de l'Alt Empordà permet interpretar i diferenciar els següents medis sedimentaris:

MEDI SEDIMENTARI DE BADIA

Les margues blaves corresponen al medi sedimentari de Badia; afloren en diferents localitats de la comarca, com Siurana o Vila Robau, i es tracta de materials que han estat reconeguts també en profunditat a través de sondejos fets per buscar aigua o petroli.

La fauna fòssil trobada en aquests materials, molt abundant, està representada per gasteròpodes, bivalves, foraminífers i ostracodes entre altres. Les espècies reconegudes són pròpies de mars de poca profunditat; les formes fòssils es troben en bon estat de conservació, fet que permet interpretar que el medi on es dipositaren fou tranquil, poc energètic, lluny de les onades; s'han trobat formes de mida força gran, (*Gemmula*, *Cassis*, *Bursa*, *Terebra*,...) cosa que s'explica perquè el medi rebia aportacions importants de nutrients.

La profunditat (batimetria) de la conca, s'ha estimat, d'una banda, en relació a la presència dels bivalves pertanyents a les famílies *Nuculidae* i *Nuculanidae*, organismes

que viuen per sota el nivell de les mareas i d'altra banda per les diferents associacions de fòssils.

Pel que fa als materials, les margues o lutites carbonatades es troben dipositades en ambients marins, propers al continent. La marga és una roca sedimentària formada per dos components, l'un argilós i l'altre de carbonat càlcic; el material argilós és aportat pels corrents fluvials, mentre que el carbonat de calci prové de l'esmicolament dels esquelets carbonatats dels animals, produït per les accions erosives dels corrents marins i pels organismes litòfags com eriçons de mar, litorines, anèl·lids... Ambdós components es mesclen per formar la marga o lutita carbonatada.

Aquest conjunt de característiques, com són el fet de tractar-se d'espècies que habiten aigües marines de poca profunditat, d'un ambient tranquil, lluny de l'onatge, són pròpies d'un medi marí del tipus de badia.

PENYA-SEGATS

Els penya-segats conformen costes rocalloses banyades per l'aigua marina on poden viuen organismes bentònics que a vegades produeixen traces bioerosives sobre el substrat o s'hi incrusten al damunt. En el passat geològic també van existir penya-segats, i es poden caracteritzar pel registre de les traces esmentades i dels esquelets incrustats, que s'hi conserven malgrat la freqüència d'episodis d'alta energia del medi. Gairebé mai es troben restes dels organismes que van produir les traces; per aquest motiu, hom les identifica i atribueix a un possible grup productor en relació a criteris actualistes o morfològics.

L'estudi de les empremtes fòssils, en forma de galeries, perforacions, rascades, etc. fetes per organismes com algues, esponges, anèl·lids o equínids, per exemple, permeten identificar els penya-segats i delimitar així el traçat d'antigues riberes marines i antics nivells assolits pel mar.

Estructures biogèniques

-ESTRUCTURES BIOGÈNIQUES: són les produïdes per un ésser viu. És possible trobar empremtes de l'activitat vital dels éssers vius en el medi on vivien: caus, túnels, galeries... Quan aquestes traces es fossilitzen, poden ser interpretades i a través d'elles es pot reconèixer el tipus d'ésser viu que les va produir i el lloc o medi on vivia.

-ICNOLOGIA: és part de la paleontologia que estudia les estructures biogèniques.

-BIOEROSIÓ: es refereix a les pistes fetes sobre roca consolidada i sobre esquelets. En ambdós casos, la majoria de pistes són fetes sobre materials calcaris, però també se n'han trobat en roques ígnies i metamòrfiques. Gairebé tots els fila d'éssers vius actuals tenen representants que poden produir bioerosió: des dels bacteris, les algues, els líquens, fins els foraminífers i els mamífers. La bioerosió pot ser produïda per mitjans mecànics, químics o ambdós alhora.

-BIOTURBACIÓ: fa referència a les pistes fetes sobre sediments no consolidats.

Penya-segats fòssils del Pliocè del Mediterrani nordoriental

Al llarg de la costa mediterrània catalana i francesa s'han reconegut penya-segats fòssils al Baix Ebre, al Baix Llobregat i a l'Alt Empordà a Catalunya i també al Rosselló, a Orb, a Rhône i a Var al sud-est francès entre d'altres llocs. Aquests penya-segats fòssils han estat identificats per traces fòssils com les del Pliocè. Totes elles s'originaren després de la transgressió que es produí en el Zanclià inferior (Pliocè inferior), la qual inundà planes i valls excavades durant l'etapa erosiva messiniana (regressió messiniana).

Damunt les superfícies rocoses parcialment o total submergides s'establiren organismes que deixaren les seves empremtes en forma de galeries, caus i d'altres estructures biogèniques. Per analogia amb traces semblants, fetes per organismes actuals, hom pot determinar (Principi de l'Actualisme) el tipus d'organisme que produí la traça. Així, s'han identificat pistes fetes per esponges, bivalves, anèl·lids, equínids i briozous.

Principals pistes reconegudes en els penya-segats fòssils i sediments associats del Pliocè empordanès

Les traces més evidents sobre els penya-segats i els blocs calcaris són les següents:

-Gastrochaenolita: perforació amb un orifici d'entrada estret i una àmplia cambra en forma de porra de dimensions centimètriques. La produeixen bivalves litòfags (els dàtils de mar, per exemple)

-Entobia: perforació amb molts orificis d'entrada mil·limètrics i moltes cambres interiors interconnectades. La produeixen certes esponges

-Caulostrepsis: perforació amb forma de "U" produïda per anèl·lids i altres cucs

-Meandropolydora: perforació de fins alguns centímetres, de forma sinuosa, produïda sobretot per anèl·lids

-Circolites: cubeta de forma hemisfèrica feta per equínids (garotes)

Sobre els còdols es troben les mateixes traces exposades, excepte les *Circolites*; també hi són freqüents:

-Trypanita: petita perforació mil·limètrica i rectilínia produïda per anèl·lids o altres cucs (sipincúlids, per exemple)

-Iramena: perforació produïda per briozous ctenostomats, amb forma de xarxa irregular

Sobre els esquelets calcaris s'observen les mateixes traces que sobre els còdols, a banda de les següents:

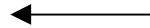
-Oichnus: forat cònic o tronco-cònica sobre la conquilla de mol·luscs format per l'atac de gasteròpodes carnívors

-Podichnus: perforació mil·limètrica formada per una agrupació subcircular de nombrosos foradets petits, realitzada per braquiòpodes per fixar-se amb el peduncle



Gastrochaenolites

Perforació produïda per bivalves, en aquest cas, sobre la matriu de conglomerats consolidats pliocènics d'Els Olivets (Alt Empordà). És una *pista de residència*. Diversos grups de bivalves actuals produeixen aquest tipus de pista, com ara el dàtil de mar *Lithophaga lithophaga* (dàtil de mar)



Entobia

Perforació multicameral i amb múltiples obertures produïda per esponges. A la fotografia, ***Entobia*** en una ostra als conglomerats pliocènics d'Els Olivets (Alt Empordà). És una *pista de residència*



Oichnus

Perforació feta per gasteròpodes carnívors sobre dos gasteròpodes i un bivalve, en aquest cas. És una *pista de depredació*. Siurana



Circolites

Pista bioerosiva, semiesfèrica, produïda per equínids (eriçons de mar). Es troben únicament en medis d'aigües somes. Aquest tipus de pista ha estat reconeguda únicament a la conca de l'Alt Empordà. És una *pista de residència*. S'interpreta que les concentracions de ***Circolites*** assenyalen el nivell zero del mar



Caulostrepsis

Perforació en forma de "U" produïda per anèl·lids



Meandropolydora

Perforació, de forma sinuosa, produïda per anèl·lids

Penya-segats fòssils a l'Alt Empordà

Els penya-segats fòssils a l'Alt Empordà han estat reconeguts als indrets següents:

-Carretera entre Sant Mori i Sant Miquel de Fluvià

Sortint de St. Miquel de Fluvià en direcció a St. Mori, un cop travessat el pont sobre el riu Fluvià, a uns 160 metres del pont, la carretera talla unes calcàries cretàciques que presenten abundants perforacions del tipus *Gastrochaenolites*, també *Entobia* i algun *Caulostrepsis* i *Meandropolydora*. Aquestes calcàries presenten a la superfície bàlans i ostres que hi vivien fixats. Aquestes roques estan recoberts per dipòsits de conglomerats pliocènics amb còdols que presenten el mateix tipus de perforacions que les calcàries i també amb ostreïds i bàlans; la matriu sorrenca dels conglomerats inclou fòssils de

Terebratula i d'altres. Aquest aflorament de calcàries mesozoiques constituïen penya-segats costaners als inicis del Pliocè.

-Pedrera d'explotació d'àrids i calcàries de Viladamat

En el tall obert per la pedrera es pot observar un front de calcàries de l'Eocè que es troben recobertes per dipòsits conglomeràtics del Pliocè. Les calcàries presenten *Circolites*, *Gastrochaenolites* i *Entobia*. Aquest aflorament correspon a un penya-segat de la mar pliocènica.

Els conglomerats pliocènics presenten els còdols imbricats amb canvis laterals i verticals de granulometria, foraminífers propis d'ambients molt litorals i còdols colonitzats per bàlans. Aquests materials corresponen a sediments fluvials de tipus deltaic; la manca de sediments pliocènics per sobre d'aquest nivell, permet suposar que aquest sector marcaria el nivell més alt assolit per les aigües marines pliocèniques a la fossa empordanesa; la cota d'aquest horitzó es troba 20 metres per sobre del nivell del mar actual.

-Els Olivets

A l'Alt Empordà afloren conglomerats eocènics que presenten els còdols i àdhuc la matriu amb moltes perforacions. Això permet suposar l'existència de dues fases de bioerosió: la primera fase afectaria els còdols de les graves no consolidades i la segona afectaria els còdols i la matriu ja consolidats. S'hi han identificat *Gastrochaenolita*, *Entobia*, *Maendropolydora*, *Caulostrepsis*, *Trypanita* i *Iramena*. Al Pliocè inferior, aquests materials formaven part de penya-segats costaners.

-Antiga pedrera de traquites de Vilacolum

En l'etapa distensiva neogena que va afectar tota l'àrea mediterrànea, s'hi formaren importants sistemes de fracturació a favor de les quals es produïrien ascensos de magmes repartits per la comarca empordanesa. A Vilacolum aflora un "pitó" de traquiandesites d'alguns centenars de metres quadrats, que fou fossilitzat per sediments marins durant el Pliocè.

Durant l'etapa regressiva messiniana, el pitó traquiandesític fou parcialment erosionat; als inicis del Pliocè, envaït per les aigües marines, fou recobert de sediments detrítics, principalment sorres i també llims; el conjunt formava part d'una zona costanera batuda per l'onatge.

Aquests materials inclouen abundants fòssils d'ostreïds, la majoria dels quals presenta únicament la valva dreta; aquest fet permet interpretar que els ostreïds foren transportats des del seu lloc original de deposició, on restarien la majoria de valves esquerres, fins a l'actual jaciment, juntament amb els llims i les sorres. També hi són presents, en menor quantitat, braquiòpodes, briozous i balànids i algunes restes de pectínids, motlles de venèrids i gasteròpodes.

Les traces de bioerosió són presents solament en els dipòsits pliocènics, en què estan representades per *Meandropolydora*, *Entobia*, *Oichnus* i *Podichnus*. Moltes de les valves dels ostreïds mostren estructures bioerosives.

-Palau de Santa Eulàlia

En aquest indret, els sediments pliocènics sorrencs, fossilitzen uns afloraments de basalts. Les traces de bioerosions són visibles únicament damunt les closques de bivalves; s'hi han identificat *Trypanites* i *Entobia* en les valves d'*Isognomon maxillatus*,

quasi l'única forma fòssil present en aquest jaciment. Aquest mol·lusc viu actualment en mars d'aigües somes agitades per corrents. Els afloraments basàltics constituïen penya-segats costaners als inicis del Pliocè.

FORMES FÒSSILS DEL PLIOCÈ DE L'ALT EMPORDÀ

BIVALVES



Ostrea lamellosa, Viladamat



Panopaea glycymeris, Viladamat



Chlamys seniensis, Els Olivets



Spondylus, Siurana



Atrina pectinata, Siurana



Venus multilamella, Siurana



Amussium cristatum, Vila-robau



Cardita intermedia, Siurana



Callista italica, Siurana



Circomphalus, Siurana



Acanthocardia paucicostata, Siurana



Pecten benedictus, Siurana



Corbula gibba, Siurana

GASTERÒPODES



Aporrhais pespelecani, Siurana



Aporrhais uttingeriana, Siurana



Malea orbiculata, Siurana



Murex brandaris, Siurana



Semicassis laevigata, Siurana



Cymathium corrugatum, Siurana



Nassarius turritus, Siurana



Turritella tricarinata, Sant Miquel de Fluvià



Natica eucleista, Siurana



Ocinebrina scalaris, Siurana



Astraea rugosa, Vila-robau



Flavellum avicola, Vila-robau



Terebratula terebratula, Els Olivets



Balanus, Els Olivets





Dentalium sexangulum, Vila-robau



Terebra acuminata, Siurana

L'ITINERARI

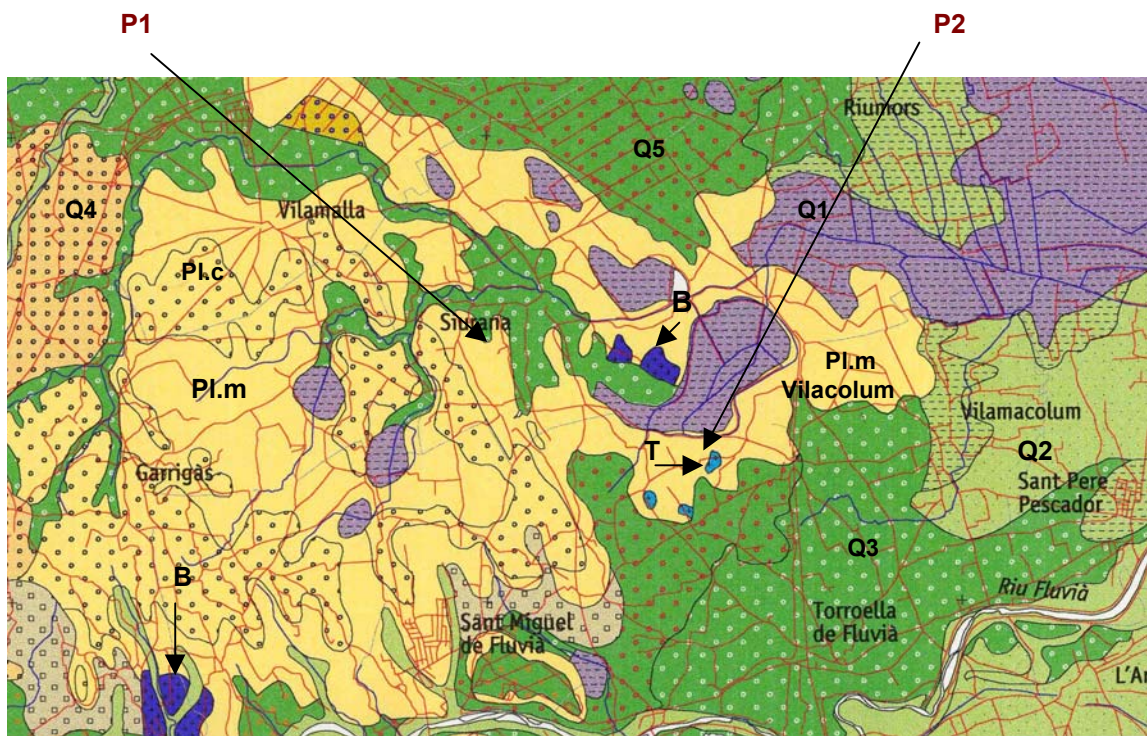
**Siurana- Vilacolum- Sant Miquel de Fluvià- Sant Mori- Vila-robau-
Ventalló- Viladamat**

Objectius

- reconeixement de les roques sedimentàries d'origen marí del Pliocè
- estudi de la fauna fòssil que presenta la sèrie sedimentària del Pliocè
- estudi dels penya-segats pliocènics reconeguts a l'Alt Empordà a partir de les estructures biogèniques que presenten
- estudiar l'evolució de la plana de l'Alt Empordà

Durada: l'itinerari, que cal fer en cotxe/autocar, pot ser completat en un dia

Mapa geològic del sector corresponent a les parades **P1** i **P2** Escala 1:75.000



- Q1:** Quaternari, Holocè. Dipòsits palustres, llims i argiles
Q2: Quaternari, Holocè. Dipòsits al·luvials, graves, sorres i argiles
Q3: Quaternari, Holocè. Terrassa fluvial, graves, sorres i argiles
Q4: Quaternari, Holocè. Dipòsits ventall al·luvial, graves i argiles
Q5: Quaternari, Pleistocè. Terrassa fluvial, graves i argiles
Pl.c: Pliocè continental, Ruscinià. Graves, sorres, llims i argiles
Pl.m: **Pliocè marí, Zanclià. Margues blaves, llims i sorres**
B: Basalts, Miocè
T: **Traquiandesites**, Miocè

PARADA 1. Cementiri de Siurana



P1: localització del cementiri de Siurana

Per arribar a Siurana cal agafar la carretera comarcal ©-252 (Figueres-La Bisbal) i després el desviament cap a Siurana; el cementiri es troba als afores del poble. En aquest jaciment és on millor es pot estudiar la sèrie regressiva del Pliocè marí empordanès car en ella es poden reconèixer, des dels sediments marins dipositats al fons de la badia (les margues blaves de Siurana) fins els conglomerats que formen el sostre de la sèrie que representen els sediments amb més influència continental. Aquesta unitat conglomeràtica, però, aflora molt més àmpliament a Viladamat, on es pot palesar el seu origen deltaic. Val a dir que, si fa uns anys les margues blaves amb el seu abundant contingut fossilífer es podien observar clarament, avui, la base de la pedrera, abandonada, s'ha cobert d'esbaldregalls i vegetació i l'observació en resulta més difícil.



Vista general del jaciment, que és una antiga pedrera. Són llims que es van fent més sorrencs a la part alta. Les margues blaves de Siurana, que formen el mur (bases) de la formació, són difícilment observables avui, degut que estan recobertes d'esbaldregalls



Detall del jaciment; argiles, llims
i sorres pliocèniques

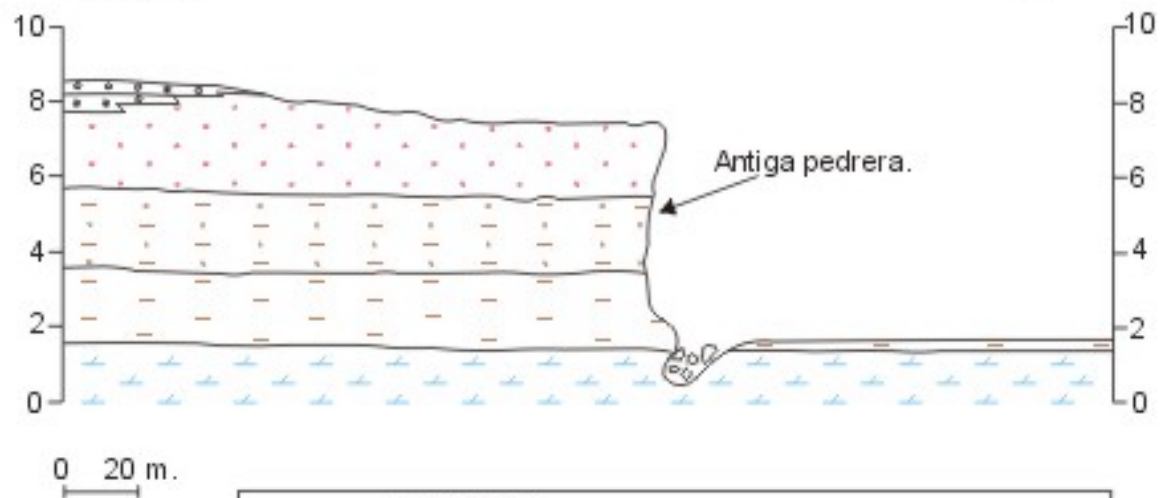


Fòssils de mol·luscs en dipòsits
pliocènics de Siurana

TALL GEOLÒGIC DEL PLIOCÈ MARÍ AL CEMENTIRI DE SIURANA

COTES ABSOLUTES
en metres.

E-W



LLEGENDA



Esbaldregalls.



Conglomerats. Còdols amb activitat bioerosiva d'E sponges i Mol·luscs.



Sorres amb Pedínids i Ostrèids.



Argiles sorrenques amb *Acanthocardia perrugosa*.



Argiles sorrenques. Molt abundant *Corbula gibba*.



Margues blaves. Abundants: *Nucularia fragilis*, *Corbula gibba*, *Nassarius elatus*, *Nassarius pygmaeus*.

Prop del cementiri de Siurana hi ha un bon tall excavat en una antiga pedrera on és possible estudiar la sèrie sedimentària marina del Pliocè.

La base de la sèrie està formada per les margues blaves de Siurana i té un gran contingut fòssilífer, tant pel que fa al nombre d'individus, com pel nombre d'espècies. S'hi han identificat fins a 84 espècies de gasteròpodes i 52 espècies de bivalves. D'aquestes espècies de mol·luscs, les formes més abundants característiques de la unitat són *Nassarius semistriatus* Brocchi, *Nassarius elatus* Gould, *Corbula gibba* Olivi, *Nuculana fragilis*, *Natica* sp. Aquesta unitat, situada a la base del front de la pedrera, és avui, malauradament, difícil d'observar, degut que es troba coberta de vegetació i esbaldregalls.

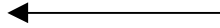
Damunt les margues es disposen nivells d'argiles sorrenques de color castany; també les formes fòssils abundants són els gasteròpodes i els bivalves, però s'observa una disminució del nombre d'espècies i d'individus de gasteròpodes i de bivalves respecte la unitat anterior. Entre els bivalves és molt abundant *Corbula gibba*; també són presents *Nuculana fragilis*, *Venus multilamella*,... Entre els gasteròpodes, els més abundants són *Turritella tricarinata*, *Nassarius elatus*, *Nassarius pygmaeus*, *Odostomia conoidea*, *Cirsotrema pseudoescalare*,... S'han trobat també otòlits que han permès la determinació de 45 espècies de teleostis, la majoria propis d'ambients litorals. L'otòlit és una concreció mineral de l'orella interna de certs vertebrats, especialment de peixos. Els bivalves es presenten amb les valves juntes i tancades. Bona part de la fauna es concentra en la part inferior de la unitat i el seu estat de conservació és bo, i a més, a la part més inferior hi ha formes de totes les mides. Cal assenyalar que molts bivalves tenen senyals de depredació per carnívors. Els nivells més superiors d'aquests materials argilosos mostren variacions, tals com la disminució clara del nombre d'espècies de mol·luscs, la presència de valves trencades i en mal estat de conservació i una clara disminució de *Nuculana fragilis*. La forma fòssil més abundant d'aquests nivells superiors argilosos és *Acanthocardia perrugosa*.

Per damunt les argiles hi ha nivells de sorres fines groguenques amb poca fauna fòssil. Els fòssils més abundants són els pectínids (*Pecten benedictus* L. és el més abundant) i els ostreïds. També s'ha trobat *Panopea glycymeris* i *Balanus* entre d'altres. En conjunt, el nombre d'espècies trobades és baix.

Els materials que es disposen damunt les sorres són conglomerats, que no són observables en aquest jaciment; cal desplaçar-se uns cent metres cap a l'est, per damunt la pedrera. Es tracta de conglomerats amb predomini de còdols de calcària, ben rodats, que presenten abundants perforacions atribuïdes a l'activitat erosiva d'esponges i mol·luscs.



Corbula gibba és el bivalve més abundant d'aquest jaciment, especialment en els nivells argilosos-sorrencs; però en va minvant la quantitat progressivament cap als nivells més superiors.



Gasteròpodes de Siurana



Natica eucleista



Nassarius elatus



Turritella tricarinata

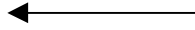


Natica pseudoepiglottina

Escala gràfica 1 cm.



Acanthocardia, bivalve relativament abundant en els nivells superiors argilosos-sorrencs del jaciment de Siurana



Algunes de les espècies de mol·luscs més abundants dels nivells més superiors sorrencs del jaciment de Siurana



Pecten benedictus, Siurana



Panopea glycymeris, Viladamat



Ostrea lamellosa, Viladamat



Balanus, Els Olivets

Escala gràfica 1 cm.

INTERPRETACIÓ PALEOAMBIENTAL

Criteris sedimentològics

La sèrie estudiada al cementiri de Siurana mostra una variabilitat vertical del tipus de sediment que permet interpretar-la com una sèrie regressiva: els sediments basals, les margues blaves (lutites carbonatades), passen a ser cap al sostre de la sèrie argiles sorrenques, sorres fines; aquestes es converteixen en sorres més grolleres i aquestes finalment passen a formar nivells de conglomerats. Aquest fet permet interpretar un primer dipòsit de sediments en un medi marí (la fauna fòssil trobada correspon a aquest ambient) on arribarien els sediments més fins, les argiles blaves de Siurana, que es dipositarien al fons d'una badia. Progressivament la línia de costa s'aniria enretirant, i les aportacions continentals, primer sorres argiloses i després sorres cada cop més grolleres, es dipositarien sobre els materials argilosos anteriors. L'ambient continuaria essent, però, encara, d'influència marina, com ho demostren els fòssils presents, però més proper al continent. Els conglomerats marcarien la màxima influència continental de la sèrie o el punt màxim de reculament del mar enregistrat; el bon rodament dels còdols i la presència, en d'altres indrets propers (Vilacolum, Viladamat) de formacions semblants, amb estructures pròpies d'ambients deltaics, permetria suposar un ambient d'aquest tipus per aquests nivells conglomeràtics.

Criteris paleontològics

En primer lloc analitzarem els sediments basals: les argiles blaves, també anomenades margues blaves de Siurana.

L'anàlisi del seu contingut faunístic permet situar l'ambient de formació d'aquests dipòsits en un medi marí, com ho demostra la fauna fòssil ja esmentada així com els foraminífers estudiats; el predomini de formes bentòniques sobre formes planctòniques suggereix la proximitat del continent. Aquesta suposició està també corroborada per les nombroses formes marines trobades, de reduïdes dimensions i pròpies d'ambients litorals. Tanmateix, la presència de gasteròpodes de mides considerables (*Gemmula*, *Cassis*, *Bursa*, *Terebra*) i de bivalves també força grans (*Callista*, *Cardium*, etc) fa pensar que el medi experimentava aportacions importants de nutrients. El medi on es formaren les margues blaves correspon a un medi de badia força tancada, de salinitat normal i amb entrades importants del mar carregat de nutrients.

Pel que fa a la batimetria, la presència de *Nuculidae* i *Nuculanidae*, indica que el medi on es formaren les argiles blaves de Siurana, es trobava per sota de la zona de mareas.

En referència als nivells argilosos-sorrenques, s'hi observa una clara disminució del nombre d'espècies de gasteròpodes i bivalves. Aquest fet permet interpretar unes condicions ambientals variables, que afavoririen la presència d'unes espècies dominants i la desaparició d'altres. Les variacions ambientals esmentades podrien produir-se degut a canvis en la salinitat en trobar-se el medi més proper al continent -i rebre per tant més aportació d'aigua dolça i de sediments més sorrenques-. També es constata una disminució de *Nuculana fragilis* en els nivells argilosos-sorrenques que assenyala una disminució de la profunditat del medi.

La disminució del nombre d'espècies, és a dir, la disminució de la diversitat, es fa palesa en els nivells més superiors de la sèrie, on es constata, a més, un mal estat de conservació de les formes fòssils (s'hi troben valves trencades, per exemple). Aquests dos fets assenyalen també la proximitat del continent, un medi amb turbulències produïdes per les onades i oscil·lacions mareals.

PARADA 2. Vilacolum. Antiga pedrera d'explotació de traquites



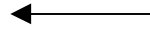
P2: localització d'antiga pedrera de traquiandesites

Des de Siurana, reprendrem la C-252 direcció La Bisbal i al cap d'uns tres quilòmetres i mig trobarem a mà dreta el desviament cap a Vilacolum. Cal dirigir-se a la perifèria del poble de Vilacolum, on hi ha les restes d'una antiga explotació (pedrera) de traquites en forma de circ. Reconeixerem un petit turó de traquites, restes d'un "pitó" volcànic que es troba parcialment recobert per unes sorres i llims groguencs, molt rics en ostres; presenten, a més, braquiòpodes com *Megerlia truncata* i *Megathiris detruncata*; les formes actuals d'aquests grups viuen a entre 20 i 100 metres de profunditat. En aquesta pedrera també s'han trobat briozous i crustacis.

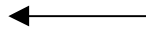
Les traquites van actuar com un substrat sobre el qual es van adherir els organismes pliocènics, com ara certs pectínids i bàlans; els seus esquelets encara es poden observar fixats a les roques. A més, els braquiòpodes, però sobretot les ostres, presenten abundants traces de bioerosió pròpies de medis costaners tals com *Oichnus*, *Entobia*, *Caulostrepsis* i *Podichnus*.



Pitó de **traquiandesita**, de color grisós, coronat a dalt pels **sediments pliocènics** (on hi ha les dues persones)



Contacte entre els sediments pliocènics i la traquiandesita (el martell marca la superfície de contacte)



Ostres abundants en els sediments pliocènics dels penya-segats fòssils de Vilacolum



Aspecte actual de l'antiga explotació de traquiandesites. Aquesta roca, dura i compacta, va ser emprada com a pedra de construcció en molts edificis de la comarca, com en la construcció de l'església de Sant Miquel de Fluvià

1- **Traquita:** és una roca ígnia volcànica que presenta les següents característiques:

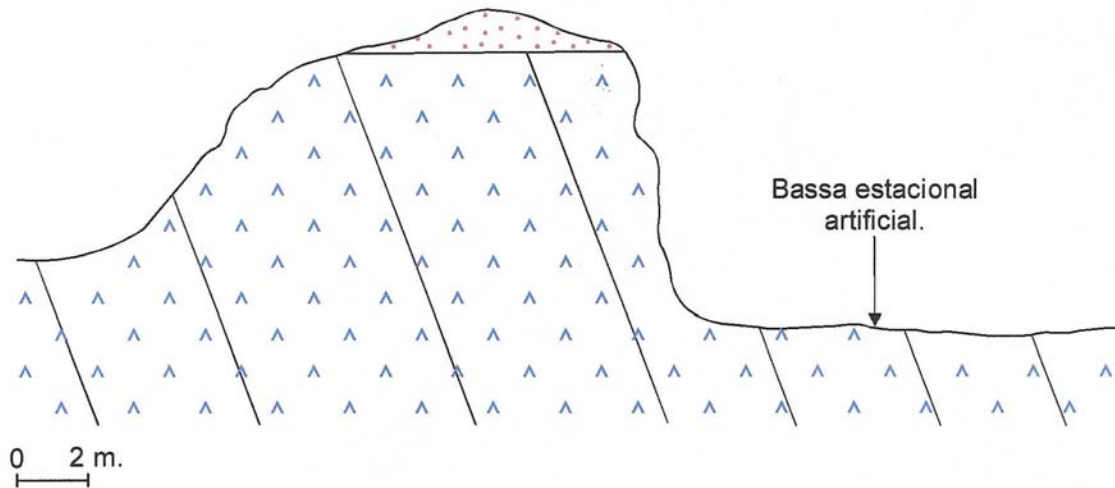
- a) Jaciment: l'erupció va formar un edifici en forma de "pitó" o obelisc. Degut a la seva explotació com a pedra de construcció, avui només en podem observar les restes en forma de circ.
- b) Quimisme: és una roca "intermèdia"; això significa que la seva proporció en SiO_2 varia entre el 52% i el 66%.
- c) Color: és una roca leucocràtica, és a dir, de tonalitat clara, degut que el contingut en minerals de color clar domina sobre el de minerals foscos.
- d) Mineralogia: feldspat potàsic, plagiòclasi, biotita, augita, apatita. Pel fet de contenir feldspat potàsic i plagiòclasi en proporcions semblants, és considerada una traquiandesita.
- e) Textura: porfírica, caracteritzada per la presència de dues generacions de cristalls, uns de mida gran (fenocristalls), de feldspat (dominants), augita, biotita i apatita i uns altres de molt fins (matriu) formats principalment de feldspat i minerals opacs.
- f) Emplaçament: l'ascensió del magma es va fer a favor de les fractures formades en l'etapa de fracturació intensa, que va afectar durant el Neogen tot l'àmbit català. L'emplaçament es va produir, segurament, durant el Miocè superior; segons estimacions fetes aplicant mètodes de datació absoluta, l'erupció es va produir entre els -7,5 i -10,2 milions d'anys (Tortonjà, Miocè superior).

2- **Sorres groguenques amb fraccions argiloses:** presenten les següents característiques:

- a) es disposen sobre les traquiandesites. Tenen una potència aproximada de mig metre
- b) presenten una gran acumulació de fòssils, principalment d'ostres, motiu pel qual podrien ser considerades com una lumaquel·la (roca formada essencialment de conquilles)
- c) les formes fòssils reconegudes són ostres (formen el 90% de la fauna estudiada), braquiòpodes, briozous, bàlans, fragments de pectínids, algun motlle de venèrids i també gasteròpodes
- d) els nivells més argilosos presenten abundants braquiòpodes i el nombre d'individus d'ostreïds és inferior al dels nivells sorrencs. Aquests braquiòpodes es presenten amb les dues valves, ben conservats i sense sediments a l'interior, factors que indiquen que van experimentar un enterrament ràpid
- e) un fet remarcable en el jaciment és que la gran majoria de les valves d'ostres corresponen a la valva superior (dreta), la qual cosa sembla assenyalar que van ser transportades. Les ostres també presenten senyals de bioerosió que es manifesta en perforacions en les valves. Dels estudis fets es conclou que l'activitat perforant ha estat realitzada per mol·luscs carnívors, esponges, braquiòpodes i també possiblement per anèl·lids i altres organismes
- f) l'estudi de la fauna fòssil esmentada permet incloure aquestes roques a l'estatge Zanclià (Pliocè inferior), formades en aigües marines somes, en un medi mixt o transicional litoral. Per llur naturalesa litològica i contingut faunístic, aquests materials són correlacionables amb els materials d'argiles i sorres de la sèrie estudiada de Siurana

TALL GEOLÒGIC A LA ANTIGA PEDRERA D'EXPLOTACIÓ DE TRAQUIANDESITES

NE-SW

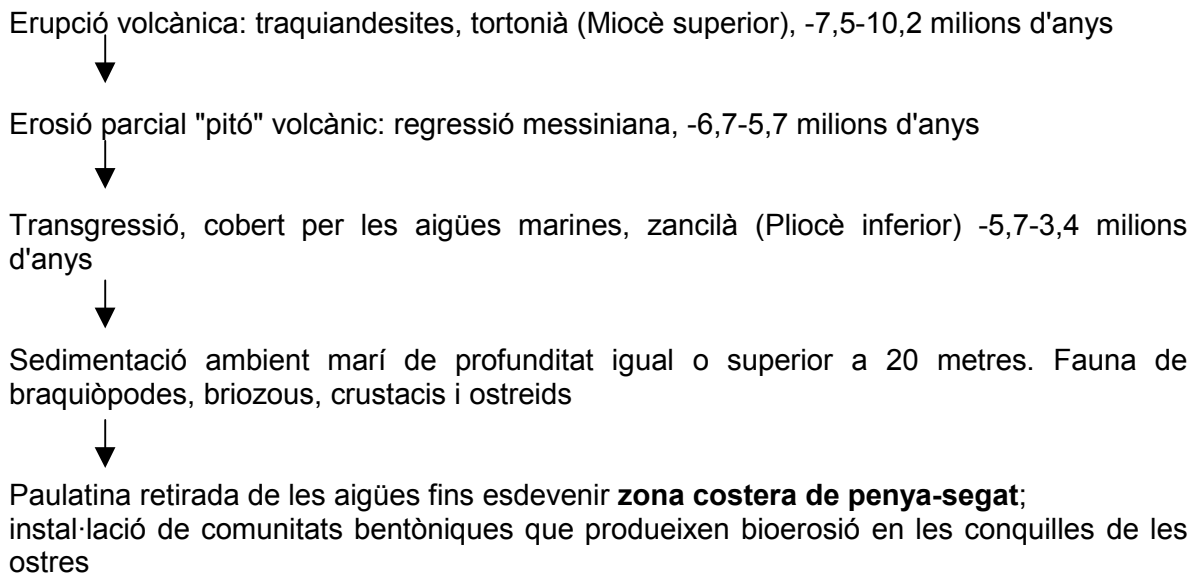


LLEGENDA	
	Sorres fines amb abundants ostreïdes. Pliocè.
	Traquiandesites. Miocè.

INTERPRETACIÓ PALEOAMBIENTAL

Durant el Miocè superior (Tortonian) es va produir l'erupció de les traquites de Vilacolum. Posteriorment, en el Messinià, el mar Mediterrani s'eixugà, com a conseqüència de la pèrdua de comunicació amb l'oceà Atlàntic degut al tancament de l'estret de Gibraltar; tots els terrenys de l'actual zona costanera mediterrània restaren emergits i es produí una etapa erosiva en què les aigües d'escolament continentals produïren en part l'erosió de l'edifici volcànic. La zona fou coberta novament per les aigües marines en la transgressió que es produí a principis del Pliocè, (Zanclià inferior); damunt les restes de l'edifici volcànic es dipositaren els sediments del Pliocè (Zanclià). La profunditat de les aigües seria primer de l'ordre de, com a mínim, uns 20 metres, fet que es pot deduir pels braquiòpodes fòssils trobats, representatius, comparant-los amb formes actuals, d'aquesta fondària. Però les aigües marines van anar reculant fins convertir el lloc en una zona més litoral amb característiques de penya-segat, tal com es desprèn de les estructures bioerosives presents.

Esquema evolutiu



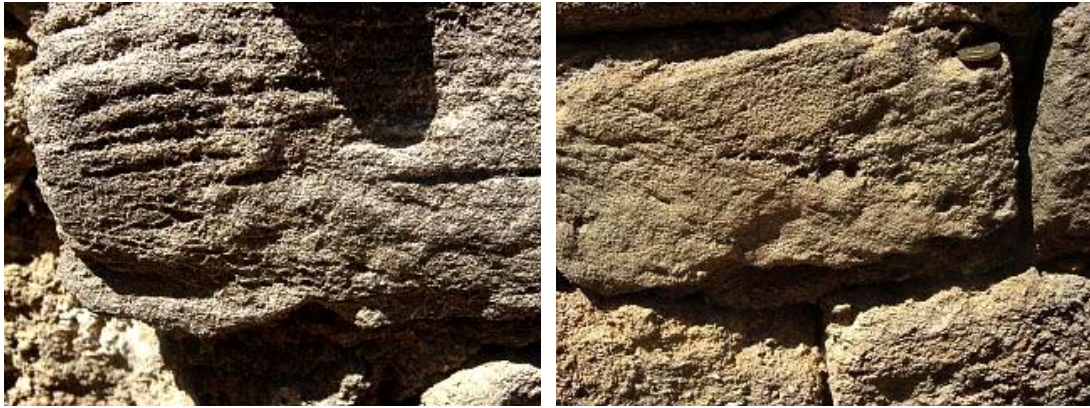
PARADA 3. Església de Sant Miquel de Fluvià

L'interès d'aquesta parada rau en l'observació de l'aplicació que dona l'home als materials geològics que té al seu abast. La utilitat donada a una roca compacta i dura és, en aquest cas, la construcció, per fer parets i teulades. De les roques estudiades fins ara, la traquiandesita de Vilacolum és la més dura i compacta de les que constitueixen aquest sector, motiu pel qual ha estat emprada en la construcció de cases al mateix poble de Vilacolum, així com en la de l'església de Sant Miquel de Fluvià. En la construcció d'aquest edifici s'ha emprat també l'arenita, procedent dels nivells d'arenites miocèniques o pliocèniques, probablement.

Aquesta roca, tot i ser compacta, ho és menys que la traquita i és més erosionable, la qual cosa s'aprecia clarament observant l'edifici; l'arenita, més o menys compactada, amb els anys d'exposició a la intempèrie s'acaba fent porosa, ja que el ciment carbonatat es va dissolent poc a poc; això propicia la penetració d'aigua als porus i la consegüent meteorització de la roca (oxidacions, hidròlisi i altres fenòmens similars, dels minerals). La traquiandesita, de textura molt compacta, no té pràcticament porus i és per tant de meteorització molt més lenta.

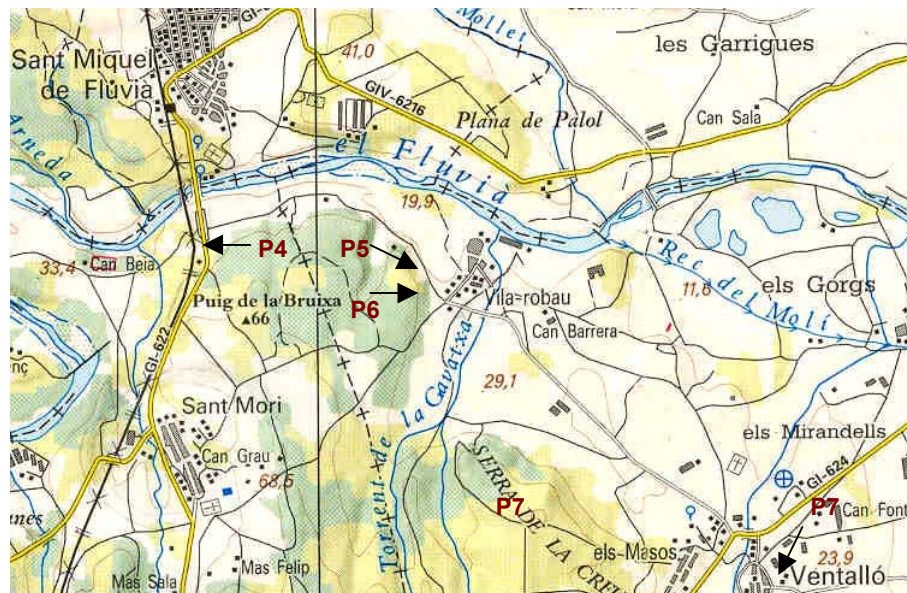


Si s'observen amb detall aquestes fotografies hom s'adona que l'església està construïda amb dos tipus de materials que es diferencien per llur origen i propietats. La traquiandesita ha resistit millor la intempèrie i l'arenita s'ha meteoritzat més ràpidament



Gresos del Pliocè emprats en la construcció de l'església de Sant Miquel de Fluvià
Presenten estratificació encreuada i contenen grans de basalt, que procedeixen del curs alt del riu Fluvià
(zona volcànica de la Garrotxa)

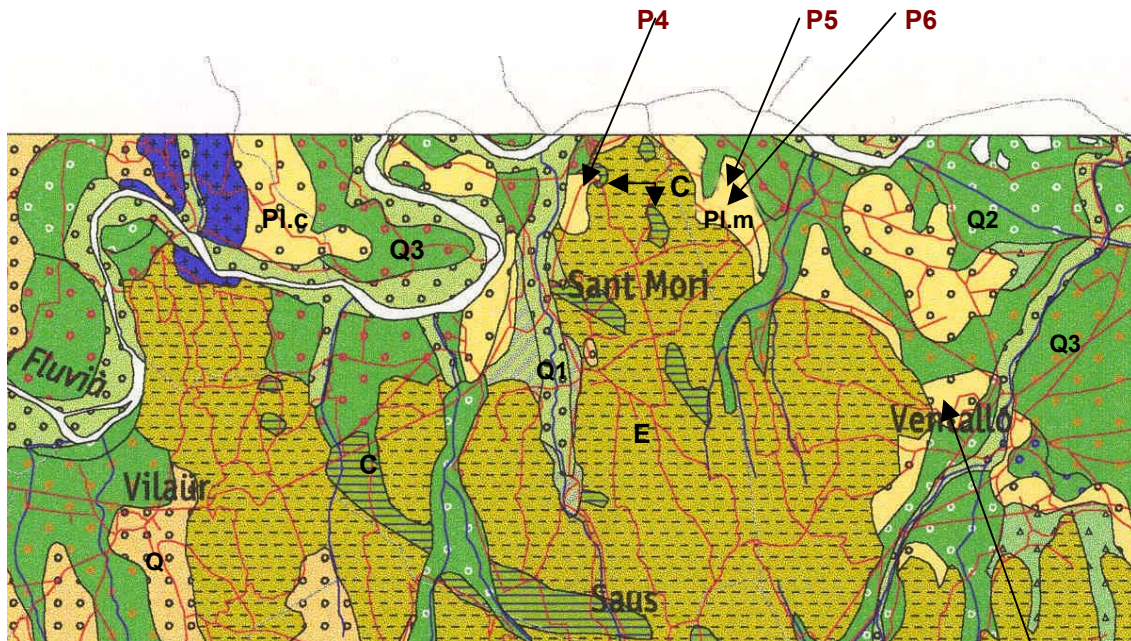
PARADA 4. carretera Sant Miquel de Fluvià-SantMori. Penya-segats pliocènics



P4, P5, P6, P7: localització de les parades

Mapa geològic del sector corresponent a les parades P4, P5, P6

Escala 1:50.000



Q1: Quaternari, Holocè. Dipòsits al·luvials i col·luvials, graves, sorres i argiles

Q2: Quaternari, Holocè. Terrassa fluvial, graves, sorres i argiles

Q3: Quaternari, Pleistocè. Terrassa fluvial, graves i argiles

Q4: Quaternari, Pleistocè. Terrassa fluvial, graves

Pl.c: Pliocè continental, Ruscinià. Graves, sorres i argiles

Pl.m: Pliocè marí, Zanclià. Llims i sorres

E: Eocè superior. Roques carbonatades

C: Cretaci superior. Calcàries

P7

Per arribar a aquest indret cal sortir de Sant Miquel de Fluvià en direcció Sant Mori. A uns 200 metres trobarem un pont que creua el Fluvià. Un cop l'hàgim travessat, a uns 150 metres a mà esquerra hi ha el desviament -una pista de terra- cap al poble de Vila-robau; a la mateixa cruïlla podem aparcar l'automòbil. Seguint a peu per la carretera de Sant Mori, a pocs metres trobarem els afloraments de calcàries cretàciques i els sediments pliocènics dipositats a la part superior. Les calcàries cretàciques constitueixen penya-segats en la ribes de la mar durant l'etapa pliocènica.

Aquesta parada té una doble finalitat; d'una banda, estudiar els materials pliocènics i la fauna fòssil que presenten i de l'altra, estudiar les estructures biogèniques de les calcàries cretàciques, que són el substrat dels sediments pliocènics.

- 1- **Calcàries cretàciques:** presenten abundants perforacions, com Gastrochaenolites, fetes per bivalves i Circolites, pista feta per equínids; també presenten Entobia, perforacions fetes per esponges, i algunes perforacions com

Caulostrepsis i Meandropolidora. Aquesta associació fossilífera, reconeguda en tot el litoral mediterrani català i francès, és la pròpia d'un medi de **penya-segat costaner**. Per tant, aquest indret assenyala una **antiga línia de costa de la mar pliocènica** així com **el nivell del mar** assolit per la transgressió pliocènica.

2- Conglomerats pliocènics: estan dipositats discordantment damunt les calcàries cretàciques. Presenten abundant fauna fòssil. Aquests materials han suscitat controvèrsies pel que fa a la seva edat; alguns autors els han atribuït al Miocè i d'altres al Pliocè. Algunes formes fòssils reconegudes són Turritella, Cirsotrema, Pecten, Balanus, Ditrupa sp. i d'altres; totes elles pertanyen a ambients marins. També presenten estructures de bioerosió en els còdols de les mateixes característiques que les observades en les calcàries cretàciques; a la matriu s'han trobat Terebratula, Chlamys i d'altres formes.



Contacte discordant entre les calcàries cretàciques (a sota, de color gris) i els llims i conglomerats pliocènics (a dalt, de color rogenc). Les calcàries presenten pistes de bioerosió pròpies d'ambients d'aigües molt somes fetes per organismes que vivien en penya-segats rocallosos, com equínids, bivalves o anèl·lids. Per tant, aquests materials corresponen a penya-segats fòssils existents en el litoral de la mar pliocènica



Circolites

Traça de bioerosió feta per eriçons de mar en les calcàries cretàciques; aquestes roques constituïen penya-segats en la mar pliocènica



Fragments de mol·luscs en els sediments pliocènics. La foto correspon a una zona d'acumulació de fragments de valves produïts per l'onatge, prop del penya-segat pliocènic

PARADA 5. La Feixa Torta

Aquesta parada és testimonial; s'esmenta perquè fa alguns anys va subministrar un bon nombre de fòssils que contribuïren al coneixement del Pliocè de l'Alt Empordà. Actualment la part inferior es troba coberta de bardisses que fan molt difícil acostar-s'hi per estudiar-ne els fòssils. La localització en ve donada al mapa de la parada anterior.

Per arribar a aquest aflorament, cal agafar, des de Sant Miquel de Fluvià, la carretera que porta a Sant Mori. Sortint del poble de Sant Miquel de Fluvià, tot just passat el pont, a mà esquerra, prendrem un camí -practicable en cotxe- que porta al poblet de Vila-Robau. Poc abans del poble, a uns 150 metres, a mà dreta del camí hi ha un tall excavat per unes antigues explotacions d'argiles.

En aquest tall cal diferenciar-hi dos nivells:

- a) Nivell superior: constituït per argiles i sorres de gra fi, és un tram poc fossilífer. S'hi han trobat bivalves de mida mitjana o gran, la majoria amb les dues valves i alguns en posició de vida.

- b) Nivell inferior: constituït per argiles blaves però no visible actualment perquè es troba cobert de vegetació; es tracta d'argiles molt riques en fòssils representats majoritàriament per mol·luscs. S'hi han identificat 18 espècies de gasteròpodes i 16 de bivalves de mida molt petita i en bon estat de conservació.



En el tall s'observa únicament el tram superior de llims i sorres; el tram inferior, constituït per les margues blaves, es troba cobert de bardisses, com s'observa a la fotografia

INTERPRETACIÓ PALEOAMBIENTAL

Ens trobem amb uns materials sedimentaris equivalents, tant litològicament com faunística, als materials més basals de la sèrie de Siurana.

De les característiques observades en els fòssils, podem interpretar-ne el següent:

- les formes fòssils trobades, de reduïdes dimensions, són pròpies d'ambients litorals i medis transicionals. Tanmateix, el bon estat de conservació, la presència de bivalves en posició de vida, i d'alguns amb les dues valves, permet interpretar que el medi sedimentari devia ser poc agitat, exempt de la influència de turbulències i onades.
- Els materials inferiors més fins de la sèrie, les argiles blaves, s'haurien sedimentat al fons d'una badia de poca profunditat. Els nivells superiors, més sorrencs, podrien representar l'inici de l'enretirada o retrocés de la línia de costa (regressió marina) tal com s'ha interpretat en el jaciment de Siurana. Aquest fet, però, no es dedueix únicament de l'estudi d'aquest jaciment sinó de la correlació amb tots els afloraments del Pliocè marí de la comarca en què es pugui palesar més clarament l'existència de fàcies més grolleres cap al sostre de la sèrie, fet que en aquest jaciment no és observable.

PARADA 6. Vila-robau

A uns 50 metres abans d'arribar al poble de Vila-robau, a mà dreta de la carretera, hi ha una antiga pedrera. Està constituïda per sediments de llims argilosos de color ocre que inclouen abundant fauna malacològica. Aquesta presenta les següents característiques:

-s'hi han trobat 12 espècies de gasteròpodes i 28 de bivalves així com abundant microfauna. Les formes més abundants són *Pelecypora brocchii* i *Pelecypora*

islandicoides. Aquestes formes es presenten sovint en posició de vida i amb les dues valves i són de mida força gran

- les formes fòssils presenten un tamany gran i bon estat de conservació
- es troben sovint en posició de vida amb predomini de formes llises
- s'han reconegut abundants estructures biogèniques, tals com *Oichnus* sobre conques de gasteròpodes i bivalves o *Entobia* sobre *Strombus coronatus*

També s'han trobat abundants formes fòssils de *Flabellum avicola* Michelotti, corall solitari, briozous, restes de crustacis i de plantes superiors com fulles i tiges. La presència de *Nucula placentina*, *Nuculana pella* i *Nuculana fragilis*, ens indica la proximitat del continent respecte el lloc on vivien i quedaren enterrats els esquelets.

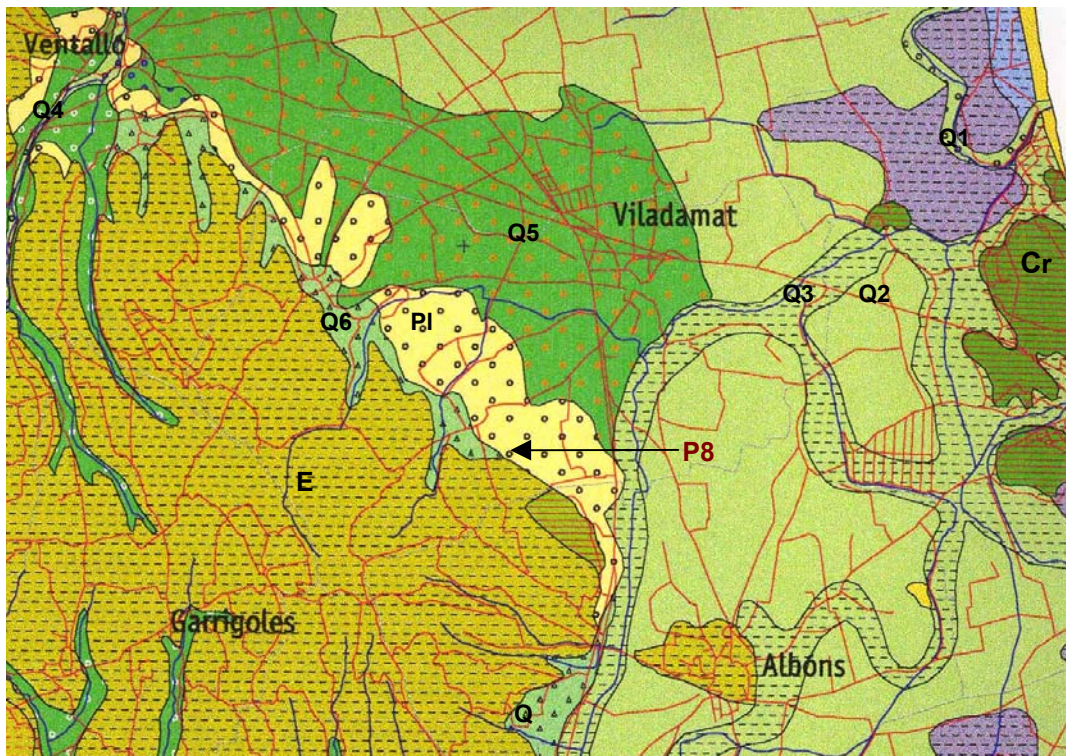
PARADA 7. Ventalló. Antiga pedrera d'extracció de sorres. Espai recuperat

Continuant per la carretera arribarem a Ventalló. Dins el poble trobarem una placeta reconvertida com a tal a partir d'una antiga explotació de sorres aprofitades com a àrids i com a material de recobriment de palls. En l'esvoranc o paret deixada de l'antiga explotació podem observar les sorres pliocèniques equivalents a les reconegudes en les parades anteriors. Al dessota es troben les margues blaves de Siurana, que actualment no es poden observar degut que l'espai ha estat transformat i estan reblertes d'altres materials amb una bassa al damunt. Actualment, a causa de la recol·lecció per part d'estudiosos o afeccionats, és difícil trobar formes fòssils a la paret de l'antiga explotació, on fa alguns anys n'hi havia moltes.

Hi abunden els mol·luscs, especialment els bivalves; s'hi ha trobat *Turritella rhodanica*, *Glycymeris* sp., *Chlamys varia*, *Acanthocardia aculeata*, *Venus multilamella*, *Pelecypora brocchii* i *Corbula gibba*. La major part d'aquestes formes s'ha conservat com a motlles, tant interns com externs.



Mapa geològic del sector corresponent a la parada P8
Escala 1:50.000



- Q1:** Quaternari, Holocè. Dipòsits palustres; llims i argiles
Q2: Quaternari, Holocè. Al·luvial; argiles, sorres i graves
Q3: Quaternari, Holocè. Al·luvial; llims i argiles
Q4: Quaternari, Holocè. Terrassa fluvial 1; graves, sorres i argiles
Q5: Quaternari, Pleistocè. Terrassa fluvial 3; graves
Q6: Quaternari, Pleistocè. Dipòsits torrencials; graves
PI: Pliocè superior. Dipòsits deltaics; graves, sorres, llims i argiles
E: Eocè, lutecià; calcàries
Cr1: Cretaci superior; calcàries
Cr2: Cretaci superior; calcàries i margues

En aquest jaciment hom pot reconèixer **dipòsits deltaics pliocènics** i estudiar les **estructures biogèniques** que presenten les calcàries de l'eocè que les identifica com a penya-segats fòssils.

El tall excavat per la pedrera, de dimensions considerables, permet distingir clarament dues unitats litològiques ben diferents:

- calcàries de l'eocè:
 Presenten estructures biogèniques que mostren una distribució zonal en què hom pot diferenciar tres nivells que de dalt a baix són els següents:
 un nivell inferior amb *Entobia*, perforació produïda per esponges
 un nivell mitjà amb *Gastrochaenolites*, perforació produïda per bivalves
 un nivell superior amb *Circolites*, perforació produïda per equínids

S'interpreta que la presència de *Entobia* assenyala el nivell zero d'un antic mar; el fet que no s'hagin trobat sediments pliocènics per damunt d'aquest nivell permet interpretar que la zona de *Entobia* **assenyalaria el màxim nivell assolit per la mar pliocènica a l'Alt Empordà**, el qual es trobaria 20 metres per damunt del nivell marí actual.

- nivells terrígens del Pliocè, representats per sorres i graves. Aquests dipòsits presenten les següents característiques:
 - a) presència de còdols imbricats
 - b) les sorres i graves presenten estratificació frontal, és a dir, formen estrats inclinats creats a sotacorrent del corrent fluvial que els ha dipositat i prograden en el mateix sentit del corrent. Lateralment passen a les sorres que fossilitzen les calcàries. Els còdols dels conglomerats estan formats per calcària, quarsita, esquist i quars
 - c) pel que fa als fòssils trobats, cal assenyalar la presència de microfauna marina pròpia de medis litorals, de bàlans que colonitzen còdols i en general macrofauna marina escassa
 - d) tenen uns 40 metres de potència

INTERPRETACIÓ PALEOAMBIENTAL

-A través de les característiques observades en els nivells detrítics del Pliocè, formats per graves i sorres que presenten estratificació frontal, es pot interpretar que aquests materials corresponen a dipòsits deltaics en l'antiga mar pliocènica

-Les perforacions, fetes per litòfags (bivalves, eriçons i altres) observades en les calcàries del Terciari, permeten interpretar que aquests materials constituïen un penya-segat.

QÜESTIONS. Test d'autoavaluació

- 1- El grup de fauna marina més abundant trobada en el Pliocè de l'Alt Empordà és el de
 - a) mol·luscs
 - b) eriçons
 - c) anèl·lids

- 2- En el Pliocè marí de l'Alt Empordà s'ha/han reconegut el/els següent/s medi/s sedimentari/s
 - a) deltaic i de badia
 - b) abissal
 - c) recifal

- 3- Un moviment eustàtic és un canvi del nivell dels mars i oceans a escala mundial en relació a les terres emergides; n'hi ha de positius o ascendants, en què els mars avancen cap als continents, i de negatius, en què els mars o oceans retrocedeixen. Aquests moviments poden ser deguts a
 - a) variacions en la quantitat de l'aigua marina dels oceans
 - b) variacions de la capacitat/volum de les conques oceàniques
 - c) totes dues

- 4- Els moviments eustàtics es poden produir per
 - a) l'existència de glaciacions
 - b) moviments d'expansió oceànica (tectònica de plaques)
 - c) tots dos

- 5- Una transgressió equival a
 - a) un avenç del mar cap al continent, fet que suposa que antigues zones emergides quedin cobertes per les aigües marines
 - b) onades gegants
 - c) inundacions

- 6- Una regressió és
 - a) una retirada de les aigües marines del continent, fet que implica que primitives zones submergides emergeixin
 - b) un procés erosiu
 - c) una inundació

- 7- Les transgressions i regressions es produeixen per
 - a) moviments eustàtics
 - b) moviments tectònics que produeixen l'enfonsament o aixecament de determinades zones
 - c) tots dos

- 8- A partir de l'estudi de les roques del Pliocè de l'Alt Empordà, s'ha determinat l'existència en la conca de l'Alt Empordà
 - a) transgressions
 - b) regressions
 - c) totes dues

- 9- Quan un organisme mor, pot fossilitzar
- sempre
 - si és “ràpidament” recobert de nous sediments
 - únicament si es diposita en un fons marí
- 10- Un fòssil és
- les restes d'un ésser viu que va viure en un passat geològic i que per processos naturals s'ha conservat en els estrats, és a dir, s'ha petrificat.
 - qualsevol resta d'un ésser viu o de la seva activitat vital, com una petjada o un cau, conservats en els estrats antics
 - totes dues
- 11- Els fòssils es presenten en
- roques sedimentàries i metamòrfiques de molt baix grau
 - roques sedimentàries i ígnies
 - qualsevol tipus de roca
- 12- Els penya-segats fòssils reconeguts del Pliocè de l'Alt Empordà determinen
- antigues ribes marines
 - costes rocalloses totalment o parcial submergides
 - totes dues
- 13- Les traces/pistes produïdes per equínids s'anomenen
- gastrochaenolites
 - entobia
 - circolites
- 14- La bioerosió es produeix
- en roques dures i compactes
 - en esquelets
 - tots dos

AVALUACIÓ :

Cada pregunta correcta val un punt

Cada error o pregunta en blanc descompta un punt

Nº encerts.....	<input type="text"/>
Nº errors o preguntes en blanc.....	<input type="text"/>

NOTA.....

Digues si són vertaderes o falses les següents afirmacions:

- 1- Quan un animal mor, només en fossilitzen les parts dures, mai el cos tou (vísceres).
- 2- Els sediments més favorables per tal que quan mor un animal fossilitzi són les graves.
- 3- Hi ha éssers vius que han fossilitzat en ambre i en el gel.
- 4- Una petjada, un cau o un excrement no poden ser considerats fòssils.
- 5- Durant el Pliocè inferior, Siurana es trobava sota les aigües marines.
- 6- A les afores de l'actual poble de Vilacolum, es produí durant el Miocè una erupció volcànica.
- 7- Mitjançant mètodes radiomètrics es pot conèixer l'edat absoluta d'una roca
- 8- La bioerosió (pistes/traces) la produeixen els animals únicament per processos mecànics.
- 9- Durant la regressió messiniana el mar Mediterrani va perdre la comunicació amb l'oceà Atlàntic degut al tancament de l'estret de Gibraltar.
- 10- L'Empordà es va formar perquè una part superficial de l'escorça superior es va enfonsar.
- 11- Els nivells superiors de la sèrie de Siurana presenten un menor nombre d'espècies diferents de gasteròpodes respecte d'altres nivells, la qual cosa significa que en el medi marí on vivien es van produir variacions mediambientals -per exemple en la salinitat- degut a aportacions d'aigua dolça, fets que produïren la desaparició de determinades espècies.
- 12- L'augment de nutrients en un mar no pot fer augmentar la mida dels mol·luscs que hi viuen.
- 13- La sèrie estratigràfica estudiada en l'itinerari del Pliocè de l'Alt Empordà és transgressiva.
- 14- Els canvis climàtics no poden produir moviments eustàtics.

AVALUACIÓ

Cada pregunta correcta val un punt

Cada error o pregunta en blanc descompta un punt

Nº encerts.....	<input type="text"/>
Nº errors o preguntes en blanc.....	<input type="text"/>

Nota.....

GLOSSARI. Termes geològics

al·luvions	Materials transportats i sedimentats per un riu; ex: graves, sorres i argiles
argila	Roca sedimentària incoherent, detrítica, de partícules de mida inferior a 1/256 mil·límetres
badia	Entrada del mar a la costa, generalment més petita que un golf
bentos	Conjunt d'organismes que viuen sobre fons marins o d'aigües dolces; ex: musclo i pagellida
bioerosió	Procés de destrucció o pèrdua de substància d'una roca consolidada o d'un mineral que forma un substrat, causat per l'acció d'organismes
bioturbació	Pista feta per un ésser viu sobre sediments no consolidats
bivalve	mol·lusc format per dues valves amb peu excavador en forma de destrat; ex: musclo, cloïssa i ostra
conglomerat	Roca sedimentària detrítica, coherent, formada per grans (més del 50%) de mida superior a dos mil·límetres. Consta de còdols, matriu i ciment
conca	Depressió de l'escorça terrestre on s'acumulen o s'han acumulat (passat geològic) potents sèries sedimentàries
correlació	Equivalència de diverses unitats estratigràfiques en relació a criteris litològics, paleontològics o d'una posició idèntica dins l'escala de temps geològics
delta	Formació sedimentària produïda per un riu que desguassa en un mar o llac; té una part emergida de poca alçada i una part submergida que forma un talús
discordança	Manca de paral·lelisme entre dues sèries o successions estratigràfiques
erosió	Procés geològic extern produït per l'aigua d'escolament o marina fonamentalment, i el vent; produeix desgast, fragmentació i dissolució en les superfícies rocoses
erupció	Emissió de materials volcànics per un volcà
fàcies	Conjunt de caràcters físics, mineralògics, petrogràfics i paleontològics que presenten els estrats d'una unitat estratigràfica
fòssil	Restes d'un ésser viu o de la seva activitat vital, que s'ha conservat en els estrats gràcies al procés de fossilització
fossilització	Conjunt de processos sedimentaris, tals com substitució química, recristal·lització, carbonització, etc. mitjançant els quals les restes d'un ésser viu s'integren en una roca sedimentària i n'acaben formant part
gasteròpode	Mol·lusc de conquilla externa d'una sola peça, de peu reptant; ex: cargol i turritella
grava	Roca sedimentària incoherent, formada per còdols solts, de mida superior a 2 mil·límetres
gres	Roca sedimentària coherent, formada per grans de sorra (almenys un 85%) de mida entre 2 i 1/16 de mil·límetre. Té, a més, una matriu de llim o argila i un ciment, de SiO ₂ o CO ₃ Ca
ígnia	Magmàtica
litòfag	Adjectiu aplicat a certs éssers vius que corroeixen les roques (algues) o perforen roques o esquelets (mol·luscs i equínids)
llim	Roca sedimentària incoherent, formada per partícules de mida entre 1/16 i 1/256 de mil·límetre
magma	Mescla fosa i viscosa, fonamentalment formada per silicats, que conté també gasos i que pot fluir; en refredar-se solidifica i forma les roques magmàtiques o ígnies
magmàtica	Roca formada a partir del refredament i la consegüent solidificació d'un magma
marga	Roca sedimentària formada per argila (entre un 35 i un 65%) i per CO ₃ Ca
medi sedimentari	Lloc de la superfície terrestre on s'acumulen sediments, de característiques físiques, químiques i biològiques determinades, que influiran en els sediments

	allí acumulats
mol·lusc	Metazou invertebrat, de cos tou i no segmentat. Comprèn les classes següents: gasteròpodes, bivalves, cefalòpodes, escafòpodes, polioplacòfors i anfineures
moviment eustàtic	Canvi del nivell dels mars, a escala mundial, en relació a les terres emergides, que pot ser d'avenç o de retrocés de les aigües, produït per un canvi en el volum de l'aigua marina i/o a canvis en la capacitat de les conques oceàniques
mur	Base d'un estrat o d'una sèrie estratigràfica
orogen	Serralada de plegament formada en una regió inestable de la terra pel moviment relatiu de les plaques tectòniques
orogènia	Conjunt de processos que duen a la formació d'un orogen
otòlit	Concreció mineral de l'orella interna de certs vertebrats, especialment els peixos
penya-segat	Cinglera marina; també costa rocallosa, en el sentit de <i>rocky-shore</i>
regressió	Moviment de la línia de costa cap al mar enfora (en el sentit de retirada del mar)
roca volcànica	Roca formada pel refredament d'un magma a la superfície de la terra
<i>rocky-shore</i>	Ribes marines de roca dura
sorra	Roca sedimentària incoherent, formada per partícules de mida entre 1/16 i 2 mil·límetres
textura	Microestructura definida per la mida dels grans, el grau de cristal·linitat i les relacions entre els grans minerals
transgressió	Moviment de la línia de costa terra endins (en el sentit d'avenç del mar)

ITINERARI PEL JACIMENT IBÈRIC DE MAS CASTELLAR (PONTÓS) I PEL MIOCÈ CONTINENTAL DE L'ALT EMPORDÀ

L'interès d'aquest itinerari està centrat, sobretot, en l'observació i l'estudi dels assentaments ibèrics que es produïren a Pontós, reconeguts en el jaciment de mas Castellar d'aquesta localitat.

Així mateix, es proposen uns itineraris al llarg del quals hom pugui conèixer les característiques geològiques del sector on s'ubiquen els assentaments i també les espècies vegetals establertes als seus voltants.

CONTEXT HISTÒRIC I TRETS DEFINIDORS DE LA CULTURA IBÈRICA

En el territori costaner que s'estén entre el Llenguadoc occidental i l'Andalusia oriental va desenvolupar-se, entre els segles VI i I a.C. (abans de Crist), la cultura ibèrica. Aquesta es constituí fruit de l'evolució continuada dels grups de població indígena, fortament influenciada per pobles colonitzadors de la Mediterrània, primer els fenicis i després els grecs, els quals arribaren a les nostres costes a partir del segle VII a. C., atrets per la riquesa dels recursos minerals i agrícoles d'aquest territori. Les tribus ibèriques que habitaren a les actuals comarques de l'Empordà, el Gironès i La Selva foren els **indigets**, segons ens expliquen les fonts antigues com Aviè, Ptolomeu, Estrabó... Aquesta comunitat va ser la primera a rebre l'impacte colonial dels grecs, que van fundar el port i la ciutat d'*Emporion*.

La població ibèrica vivia a poblats situats en llocs enlairats i ben fortificats, des d'on controlava amplis territoris que li proporcionaven els recursos de subsistència. Els poblats estaven protegits per grans muralles amb portes fortificades, torres i fossats. L'urbanisme intern s'adaptava a la topografia i a la constitució de la fortificació.

Més endavant, alguns d'aquests *oppida* (poblats) fortificats evolucionaren cap a grans ciutats que controlaven terres, poblats i poblacions disseminades per les planes. Les cases, normalment de planta rectangular, estaven compartimentades amb una gran sala i una avantsala o bé amb tres estances.

L'urbanisme i la construcció evolucionaren al llarg del segle IV i III a.C, per influència hel·lenística, cap a un urbanisme ortogonal, amb espais viaris que regulen cases articulades per patis, al voltant dels quals es disposaven múltiples estances.

En un principi, l'organització social derivà d'una jerarquia guerrera i militar, però amb l'aparició de l'excedent agrícola, la repartició de la riquesa i la divisió social del treball, sobretot amb l'existència d'artesans especialitzats, desembocà cap a una estructura social més complexa. Aquesta s'articulava a partir de famílies posseïdores d'una economia de subsistència, on l'excedent quedaria a mans d'una mena d'estat com a distribuïdor de la riquesa, en relació a la qual sorgiria una clientela distingida i potser privilegiada.

Els íbers foren una cultura que formà part de l'Edat del Ferro. El coneixement i domini de la producció d'aquest metall van propiciar un avenç tecnològic que va repercutir àmpliament en el treball agrícola, artesanal, militar, etc.

La base de l'alimentació era la producció agrícola especialment de secà (blat, ordi, panís, civada i, per influència colonial, producció de vinya i olivera). El treball agrícola s'intensificà enormement amb l'adopció de l'ús de l'arada simple i la falç.

Gràcies al coneixement que tenim de l'utillatge utilitzat podem deduir que existia una gran especialització en els treballs de camp (figura 1). L'alimentació es complementava amb la ramaderia, especialment d'ovicaprins, suïns, bovins i més endavant, amb la domesticació d'aus. La caça tenia un valor secundari, però la pesca i la recol·lecció de marisc eren importants als poblats del litoral.

Destaca l'adopció ràpida i generalitzada del torn en la producció de la terrissa local, gràcies al comerç de vasos ceràmics de luxe i de grans contenidors com l'àmfora, utilitzada per portar vi, cervesa o cereals. La ceràmica ibèrica destaca per la utilització del torn en la seva elaboració i perquè es pintava. Sobresurt una vaixel·la monocroma de color gris anomenada ceràmica de la costa catalana, el *kalathos* (barret de copa) i les àmfores ibèriques.

Els estris agrícoles, artesanals i domèstics, així com l'armament, eren de ferro. En canvi, els objectes personals i d'ornamentació eren sobretot de bronze o de coure. D'altres materials com ara el plom, l'os, la fusta o la ceràmica eren emprats per a la fabricació d'utils de caire artesanal: fusaïoles, ponderes, pesos de xarxa, agulles o anelles.

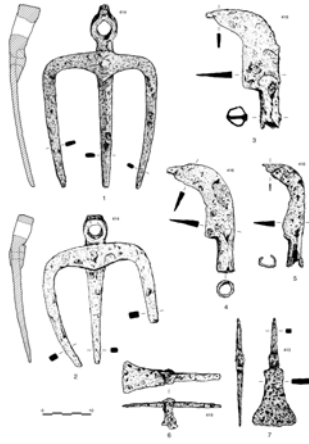
Les pràctiques pròpies relacionades amb el culte es barrejaven amb d'altres, recollides l'esfera mediterrània (figures 2 i 3). La figura més generalitzada en tot el món íber feia referència a la deessa de l'Agricultura (Demèter o Tanit), que protegia el cicle agrari i controlava les forces de la naturalesa.

L'escriptura s'estengué per tot el món ibèric a partir del segle VI a.C. al SE de la Península Ibèrica. Actualment es pot llegir però no es pot desxifrar. Consta de 28 signes i es basava en un sistema mixt, entre alfabètic i consonants líquides i sil·làbic. Encara que l'escriptura ibèrica es presenta uniforme, per facilitar les relacions entre els diferents pobles i especialment per afavorir les relacions comercials, segurament cadascuna de les tribus utilitzava un dialecte propi. Els escrits es poden trobar en suports de plom, sobre ceràmica (àmfores, vasos grecs) o pedra, en inscripcions funeràries i en les llegendes de les monedes.

Els períodes ibèrics a la zona de Catalunya són els següents:

- Període pre-ibèric (650-550 a. C.): primers contactes amb pobles mediterranis i instal·lació dels grecs a *Rodhe* i *Emporion*.
- Període ibèric antic (550-450 a. C.): assimilació total de les innovacions que introdueixen grecs i fenicis. Desenvolupament dels primers *oppida*.
- Període ple (450-200 a. C.): creixement demogràfic que es dedueix a partir de fragments de poblats fortificats. Els poblats importants s'especialitzen. A l'Alt Empordà la producció se centra en el conreu de cereal i la seva conservació en sitges (graners). El cereal es distribuï per tota la Mediterrània. Inici dels conreus de la vinya i de l'olivera. Encunyament de la moneda.

- Període ibèric tardà o ibero-romà (a partir de 197 a. C). Abandonament progressiu de les formes de vida dels *oppida*, alhora que proliferen i perduren els masos ibèrics, que s'adapten al nou model d'ocupació romana.



Conjunt d'**eines agrícoles** documentades trobades a mas Castellar (Pontós)
Figura 1



Altar monolític esculpit en forma de columna jònica, d'origen grec. Peça trobada en l'establiment rural de mas Castellar
Figura 2



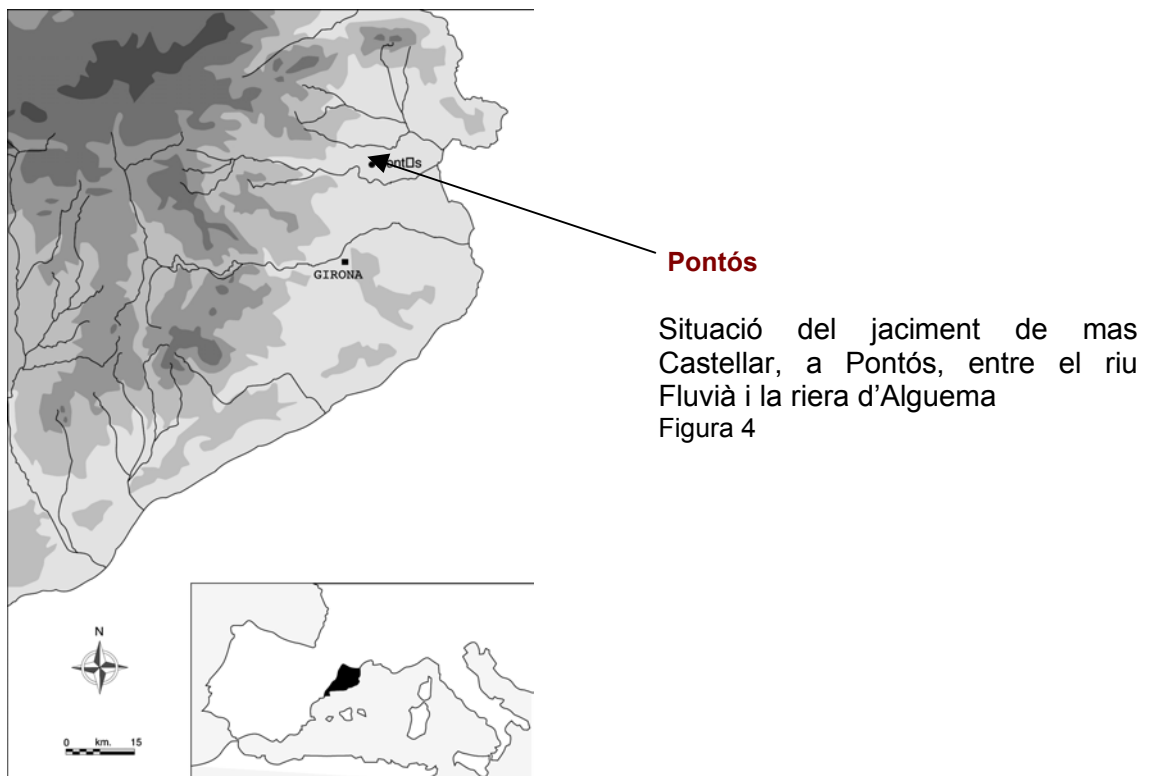
Figureta en forma de cap femení característica de l'època hel·lenística; trobada a mas Castellar
Figura 3

EL JACIMENT IBÈRIC DE MAS CASTELLAR (PONTÓS, ALT EMPORDÀ)

SITUACIÓ

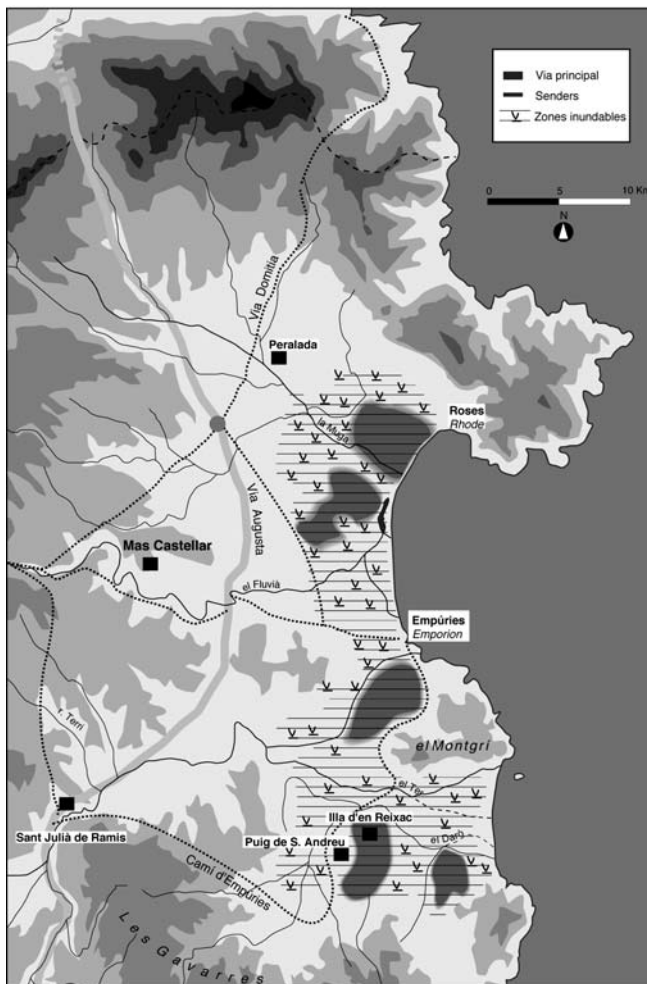
El jaciment de mas Castellar està situat al municipi de Pontós, a la comarca de l'Alt Empordà, en una zona interfluvial compresa entre el riu Fluvià i la riera d'Alguema (figura 4). El paisatge és peculiar degut als processos d'erosió que han configurat en l'indret tres replans elevats dissenyant un espectacular esperó en el front nord (figura 5). Les principals intervencions arqueològiques iniciades l'any 1991 s'ubiquen al replà superior que es coneix amb el nom de Camp de Dalt. Aquest té forma arronyonada i una superfície de 2,5 hectàrees aproximadament. Les cotes més altes es troben entre 140 i 160 metres sobre el nivell del mar. La visibilitat de l'entorn des del Camp de Dalt es perfila al voltant dels 360 graus, en un radi d'entre 15 i 25 quilòmetres.

Així, podem observar, a la part nord, d'oest a est, les muntanyes de la Mare de Déu del Mont i el Bassegoda, el pas de la Jonquera, l'Albera i la Serra de Roda, i al sud, apropant-nos cap al riu Fluvià, podem observar les muntanyes del Montgrí. Aquesta situació geogràfica convertia el jaciment en un enclavament estratègic i dominant de la plana costanera. Es troba situat en un punt equidistant entre els ports colonials de Roses i Empúries; aquest fet convertiria l'assentament en un destacat centre productor i/o distribuïdor de l'època a més de constituir un element clau per a l'estudi de la iberització a l'Empordà (figura 6).





Vista aèria, des del sud, de la propietat de mas Castellar. Al nord, el Camp de Dalt abans de les excavacions
Figura 5



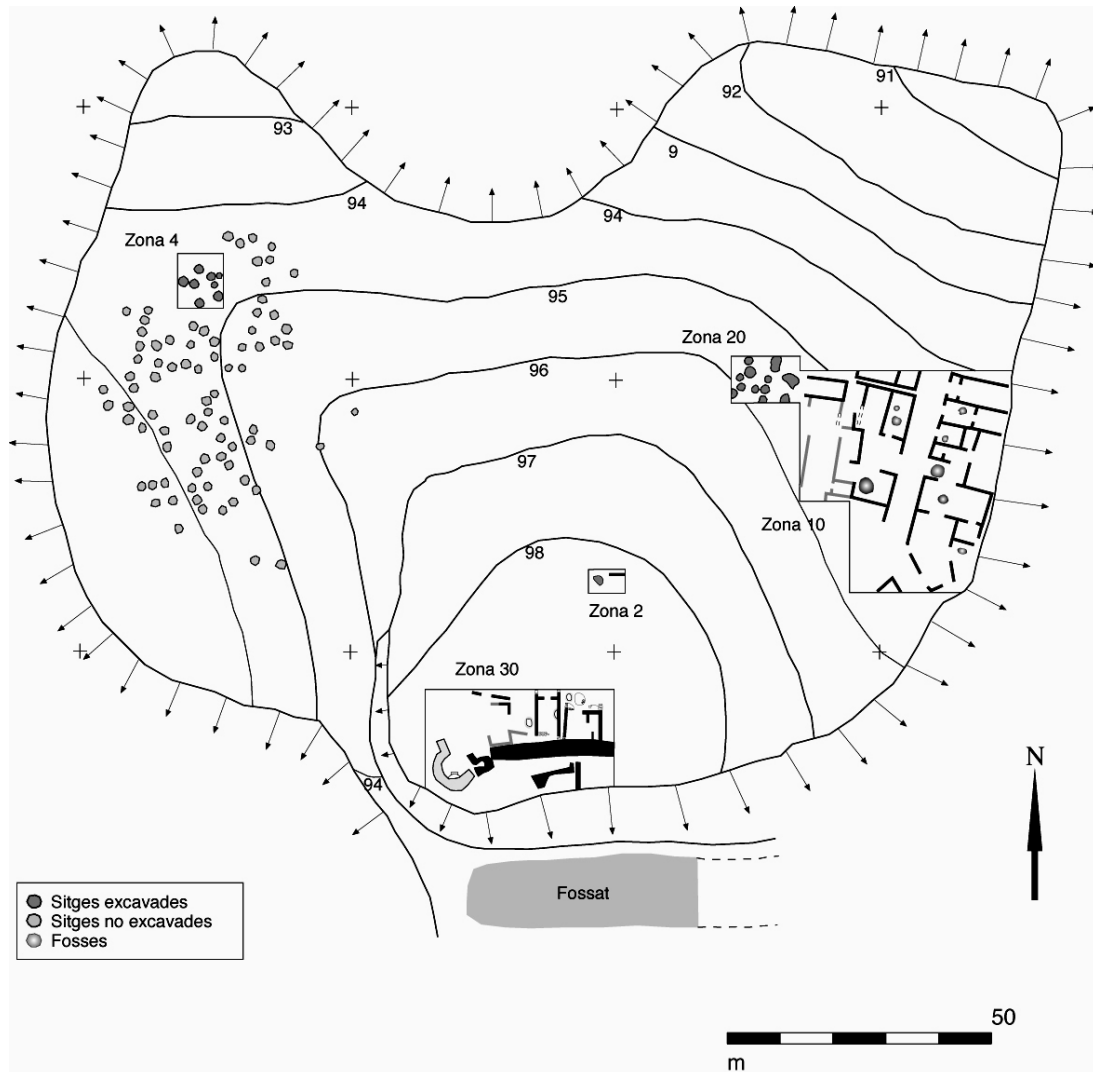
Situació del **jaciment de mas Castellar**, equidistant dels ports colonials de **Roses** i **Empúries**
Figura 6

HISTÒRIA DE LES INVESTIGACIONS

L'existència de restes arqueològiques a mas Castellar fou detectada per la família Llavanera, propietària del mas. L'any 1968, els professors J. Maluquer i M. Oliva visitaren aquest territori i hi identificaren un important jaciment ibèric. Les primeres excavacions foren realitzades pel Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona, entre els anys 1975 i 1978 i posaren al descobert diverses sitges excavades en el subsòl del pati de l'actual masia. Les excavacions al Camp de Dalt s'iniciaren l'any 1989 i encara ara es troben en curs.

Els treballs arqueològics en aquesta zona varen deixar al descobert tres tipus d'assentaments (figura 7):

- Un **poblat fortificat** localitzat a la part meridional i central del Camp de Dalt, d'època ibèrica plena (segles V-VI a. C.)
- Un **camp de sitges** situat a la part septentrional del Camp de Dalt, des del límit oest fins a l'establiment rural (VII-II a. C.)
- Un **establiment rural** amb una urbanització complexa i ben organitzada, situat a la part oriental del Camp de Dalt, on s'han documentat dues cases de tipus domèstic i dues de complexes amb diverses estances



Planta del Camp de Dalt amb la situació dels tres assentaments ibèrics localitzats

Zones 4 i 20: **sitges**

Zona 10: **establiment rural**

Zona 30: **poblat fortificat**

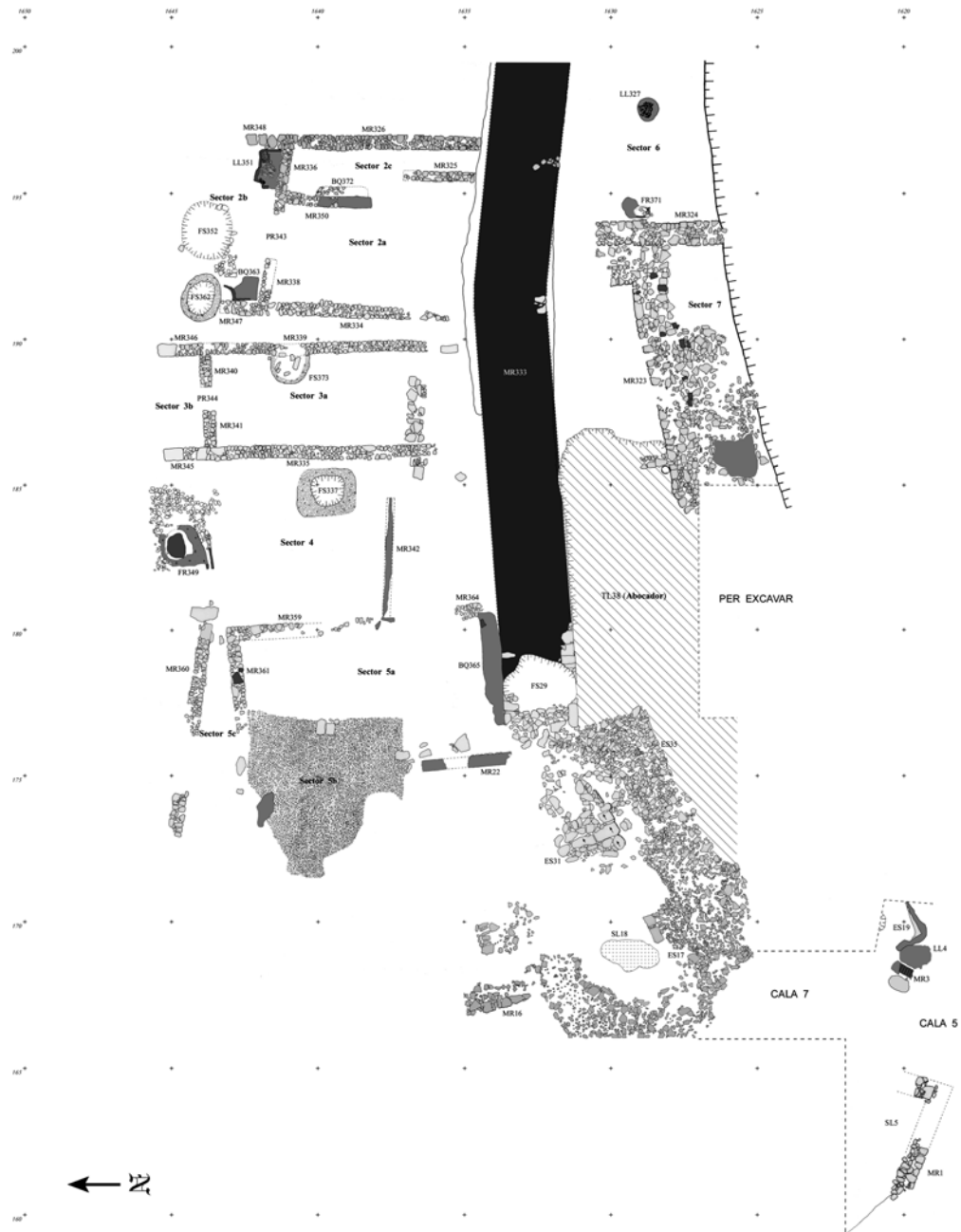
Zona 2: sondeig fet l'any 1992

Figura 7

EL POBLAT FORTIFICAT

El jaciment de mas Castellar esdevé un poblat fortificat durant l'època ibèrica plena. Les prospeccions estimen que l'extensió del poblat devia ser d'uns 5.000 metres quadrats. El poblat es presenta com una superfície emmurallada amb estructures d'hàbitat extramurs i intramurs (figura 8). La muralla està construïda en una de les zones més vulnerables del recinte, orientada de manera paral·lela al talús del marge, amb una amplada aproximada de més de dos metres i reforçada per un contrafort rectangular. A l'altre costat i al mateix marge hi ha una torre rectangular o bastió formant una avantmuralla entre la muralla principal i un fossat que referma la protecció del poblat. Flanquejant les dues estructures es configura un desnivell en forma de rampa, que defineix un possible accés d'entrada al poblat. L'excavació arqueològica ens informa que el conjunt de l'estructura defensiva del poblat fou desmantellat als voltants de l'any 400 a. C. Els blocs de pedra que conformaven la muralla foren extrets i reutilitzats per a una altra construcció, que enllaça cronològicament l'abandonament del poblat fortificat i els primers moments de l'ocupació de l'establiment rural.

Les cases del poblat es troben intramurs, o sigui, a l'interior del recinte, disposades en renglera i adossades a la muralla, que serveix com a mur de fons. S'han documentat quatre cases de forma rectangular amb els sòcols dels murs de pedra i els alçats de toves. Al seu interior les parets es podien presentar arrebossades i pintades de color blanc i/o vermell i amb els sòls d'argila. Els teulats, que podien formar un lleuger pendent, devien estar fets d'una espessa capa de terra sostinguda per cabirons de fusta i una capa de branques i palla. El mobiliari domèstic intern (llars, banquetes) fou construït amb argila.



Planta de les restes de les estructures del **poblat fortificat**

Figura 8

ELS CAMPS DE SITGES

Al camp de Dalt s'ha delimitat un camp de sitges que ocupa la part septentrional del camp, des del seu límit oest fins a l'establiment rural. Té una extensió aproximada d'una hectàrea. Al Camp de Baix, en una zona situada al nivell de l'actual mas, hi ha un altre camp de sitges, que ocupa més d'una hectàrea. El Camp de Dalt es veu protegit per la defensa del promontori (muralla i fossat) i el Camp de Baix es localitza entre dos fossats.

S'han delimitat un total de 56 sitges, de les quals només 19 han estat excavades. A través dels diferents materials arqueològics que colmataven les sitges, s'ha pogut constatar que aquest sistema d'emmagatzematge es mantingué durant molt de temps, des de finals del segle VII a. C. fins a principis del segle II a. C. (figura 9).

El gra del cereal es podia emmagatzemar mitjançant dos sistemes de conservació: en un dispositiu a l'aire lliure (dipòsit, recipient ceràmic, graner) o en una atmosfera confinada (sitja, recipient).

La sitja és una fossa excavada al subsòl amb forma de campana i una boca estreta que tenia la finalitat que el tancament en sigui hermètic. Les parets poden estar folrades d'un revestiment d'argila i la seva profunditat pot variar d'un a tres metres.

El gra introduït a la sitja continua respirant, absorbint l'oxigen disponible a l'interior i emanant diòxid de carboni fins que s'exhaureix. Les llavors germinades al voltant de les parets formen una pel·lícula de filaments que ajuda a protegir una part important del gra. Quan l'aire s'acaba, el gra es manté en un estat de letargia que permet reduir l'activitat dels bacteris.

Un cop buida, la utilització d'una sitja era diversa, però se solia utilitzar com a dipòsit d'escombraries, per a vasos trencats, runes, rebuig de forja, cendres, restes de menjar (ossos i llavors)...També s'utilitzava per dipositar-hi ofrenes votives.

La sitja fou vital, a llarg termini, per a la supervivència de les poblacions antigues, ja que era un sistema de conservació molt adequat per a la regulació de l'alimentació, de la collita (preservació de llavors) i per mantenir un excedent destinat a l'intercanvi comercial.



Camp de **sitges** documentades al jaciment de mas Castellar

Figura 9

L'ESTABLIMENT RURAL

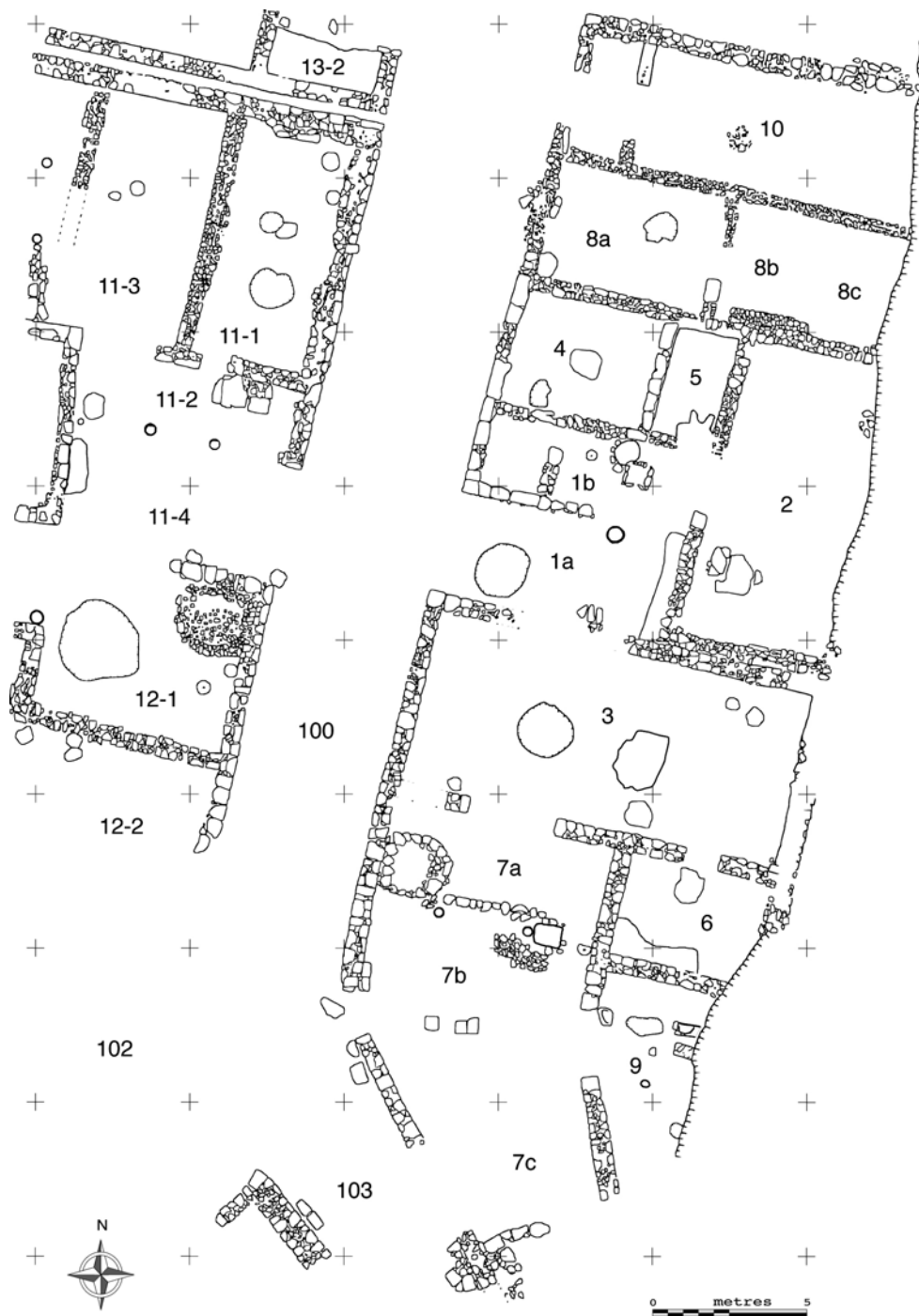
Des d'un moment indeterminat del segle IV a. C., el jaciment experimentà una transformació interna al mateix Camp de Dalt, que es manifestà en un desplaçament de l'hàbitat i en un nou plantejament urbanístic. Aquests canvis es degueren a una adaptació del món ibèric al marc general econòmic i comercial de l'època. Al llarg del segle IV a. C., l'augment de la població provocà una major demanda de cereal que desencadenà, en diferents zones del món ibèric, una especialització agrícola. Una d'aquestes zones fou l'actual Alt Empordà.

Tot i que la superfície descoberta fins ara s'aproxima als 1.000 metres quadrats, s'estima que l'extensió total de l'establiment podria arribar als 2.000 metres quadrats (figura 10). Aquest nou assentament s'organitza en relació a un model urbanístic d'influència hel·lenística, amb una distribució ordenada d'espais destinats a la vivenda i a treballs especialitzats, separats per un gran carrer de cinc metres d'amplada. Al nord-est del carrer destaquen dues vivendes simples. Adossada a aquestes cases es troba una vivenda d'estructura complexa que combina espais domèstics i espais especialitzats; a l'oest i enfrontada a aquesta es troba una altra casa de les mateixes característiques.

La casa número 1 consta de 438 metres quadrats de superfície distribuïts en vuit dependències, en algunes de les quals es practiquen funcions específiques (metal·lúrgia, repòs, culte, dipòsits) i en altres, funcions polivalents (mòlta, teixit, filat, consum i/o reserva i magatzem).

La casa número 2 està excavada parcialment i ocupa, per ara, una extensió de 160 metres quadrats. La distribució urbanística és semblant a la que presenta la casa número 1. Té un accés principal i una sèrie d'estances a un costat i a l'altre, entre les quals destaquen un magatzem, la sala principal amb vestíbul annex i un espai destinat a la mòlta i cocció de productes panificables.

La trituració i la mòlta de cereals es realitzava en quasi tots els àmbits relacionats amb la vida quotidiana, domèstica i artesanal, inclosa segurament la torrefacció i la preparació de productes panificables. Es tracta de tasques evidenciades per la presència de molins de vaivé i rotatoris, i per l'associació amb estructures de combustió, ja siguin llars construïdes o forns domèstics. Es localitzen espais destinats a la conservació, des de vi, oli i gra fins a productes alimentaris, així com espais destinats a altres activitats com la de reparació i la neteja d'eines, el filat, la preparació de conserves, etc.



Mapa en planta de les restes de l'**establiment rural**
Figura 10

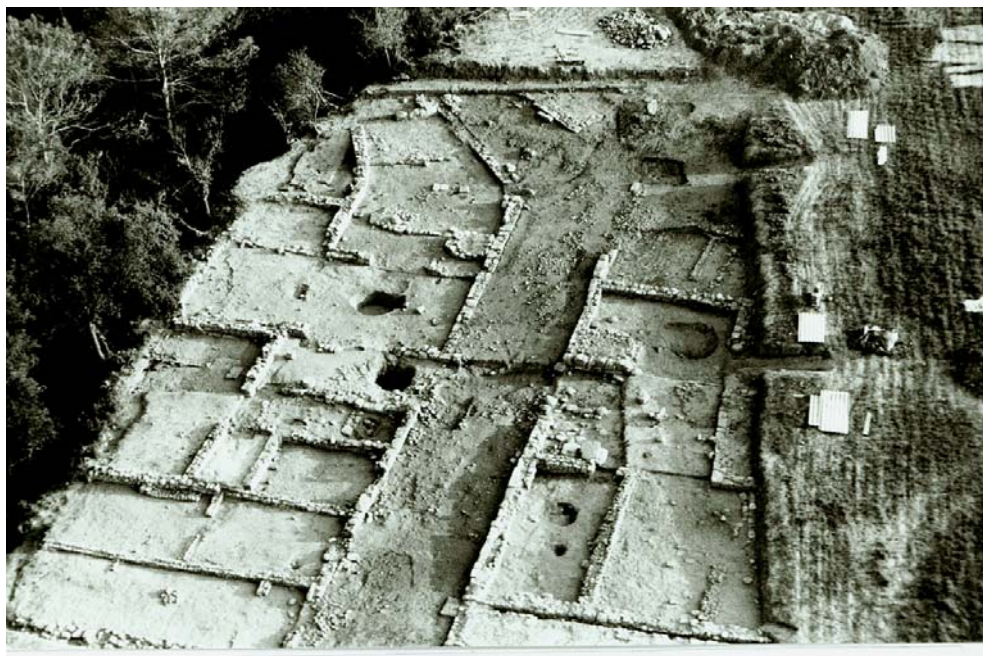


Foto aèria de les estructures de l'**establiment rural**

Figura 11

INTRODUCCIÓ GEOLÒGICA

El mas Castellar està ubicat a la depressió tectònica de l'Empordà. Els materials que afloren i constitueixen el substrat dels voltants del mas són dipòsits detrítics d'origen fluvial, sedimentats durant el tuolià (Miocè superior) i representats per conglomerats, gresos, llims i argiles.

El Miocè de l'Alt Empordà

Els materials del Miocè que afloren a la comarca són tots de fàcies continental. El Miocè de fàcies marina únicament ha estat reconegut, a la comarca, en el sonatge fet a Vilacolum, representat per llims ocres, sorres fines i margues, que es troben entre els 968 i els 1.020 metres de profunditat. Aquests materials descansen sobre el substrat cretaci (Unitat del Montgrí). La fauna marina trobada en els materials esmentats, *Yoldia genei*, *Turbonilla incognita*, *Nassa sp.*, els situa al Tortonià (Miocè superior).

El Miocè continental de l'Alt Empordà està representat per dipòsits de ventall al·luvial, constituïts per conglomerats, gresos i argiles fonamentalment. Segons quina sigui l'àrea font d'aquests materials, s'han diferenciat dos sistemes:

- sistema al·luvial d'Esponellà- Navata, d'àrea font eocena (calcàrea). L'àrea font d'aquests materials estaria situada en els relleus carbonatats que voregen el marge occidental de l'Alt Empordà.
- sistema al·luvial d'àrea font metamòrfica. L'àrea font d'aquests materials estaria situada en els relleus paleozoics com són la Serra de Rodes o L'Albera.

En aquests dipòsits de ventall al·luvial hom pot establir diferenciacions en la naturalesa dels materials que s'adiu amb la proximitat o llunyania de l'àrea font; així, cal distingir entre:

- fàcies proximals (en relació a l'àrea font). Els sediments més grans, les graves, són els primers que sedimenten els corrents fluvials i per això són els que estan més a prop de l'àrea font. Dominen per tant els conglomerats (Navata, Esponellà)
- fàcies distals. Les trobem en els llocs més allunyats de l'àrea font i per tant hi arriben només els materials més fins, com argiles o sorres fines (Borrasà, Ordis, Lladó)
- fàcies mitges. Les situaríem entre les dues. Els materials inclourien roques detríctiques de gra gros, conglomerats, i de gra més fi, sorres i argiles (Pontós)

Aquests materials són considerats post-orogènics. De fet, però, en alguns punts, com a Esponellà, apareixen basculats amb una inclinació de 15 graus degut al moviment de la falla d'Albanyà, formada en l'etapa extensional neogena que es va iniciar a l'Oligocè.

L'edat d'aquests materials s'ha establert en relació a la fauna trobada en diferents indrets de la comarca com a propis del Miocè superior. Els jaciments que han proporcionat fauna fòssil són els següents:

- Bàscara-cementiri Calabuig: micromamífers, rosegadors; Tuolià superior

- Entre Bàscara i Sant Mori (antigues explotacions): mol·luscs lacustres i ostràcods límnicos; Miocè superior
- Camallera, Can Maret, voltants de Les Olives: mol·luscs lacustres i ostràcods límnicos; Miocè superior
- Les Olives i Camallera: rosegadors i lagomorfs; Turolià inferior i mitjà

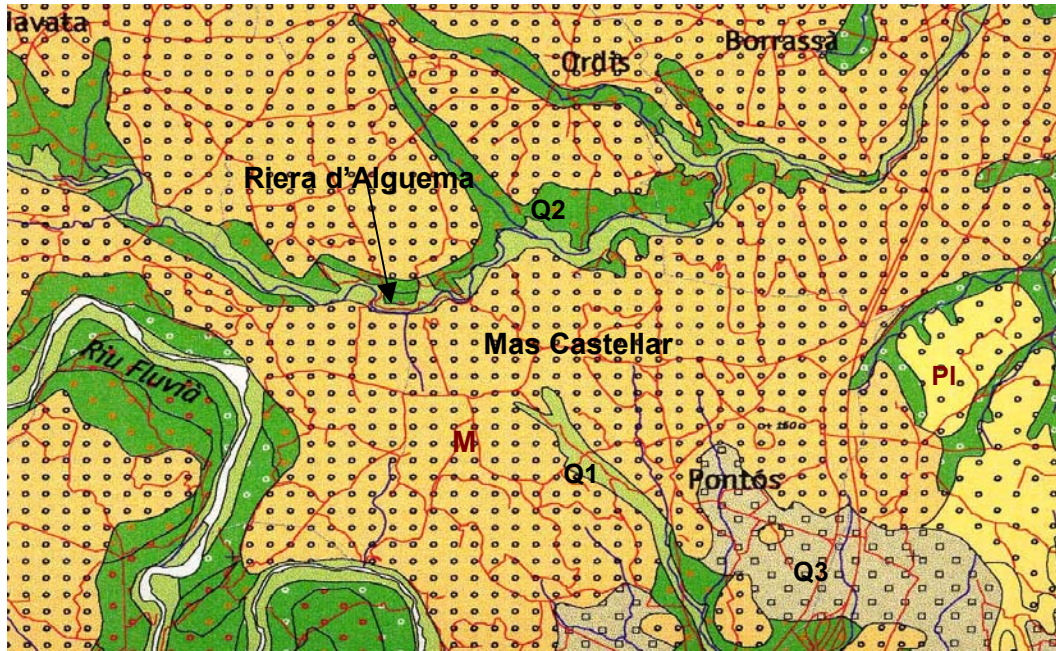
CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES DELS VOLTANTS DE MAS CASTELLAR

Miocè continental

El poblat ibèric de mas Castellar s'edificà damunt de roques sedimentàries detrítiques representades per conglomerats, gresos, llims i argiles dipositats durant el turolià (Miocè superior). Aquests materials presenten un recobriment discontinu, d'entre uns 20 i 25 centímetres de sediments recents que en part corresponen a materials d'abocament dipositats pels antics pobladors. A dessota d'aquest recobriment ja apareixen les restes d'antigues edificacions, fetes sobre roques miocenes. Els conglomerats en són els materials més abundants; estan formats per còdols ben rodats de calcària, els més nombrosos; també de quars, quarsites i lidita; la matriu és sorrenca i el ciment, carbonatat; la naturalesa carbonatada del ciment ha provocat la formació de nivells de karstificació, com els observats entre la font i la riera d'Alguema. El gres és de gra fi, i està format principalment per grans de quars i també de feldspat i mica.

Són dipòsits d'origen fluvial corresponents a l'anomenat sistema al·luvial d'Esponellà-Navata; l'àrea font dels sediments foren els relleus eocènics que voregen la depressió. Aquests materials mostren variacions laterals i verticals de granulometria, fet normal, atès que es tracta de sediments dipositats per corrents fluvials que en reflecteixen les variacions de cabal i potència.

Mapa geològic dels voltants de mas Castellar
Escala 1:50.000



Q1: Quaternari. Dipòsits al·luvials: graves, sorres i llims

Q2: Quaternari. Terrassa fluvial: graves i argiles

Q3: Quaternari. Glacis: graves i argiles

PI: Pliocè continental (Ruscinià): graves, sorres, llims i argiles

M: Miocè continental (Turolia): conglomerats, sorres i argiles

ITINERARIS DES DE MAS CASTELLAR

Recorreguts per fer un reconeixement de les roques i de les espècies vegetals presents

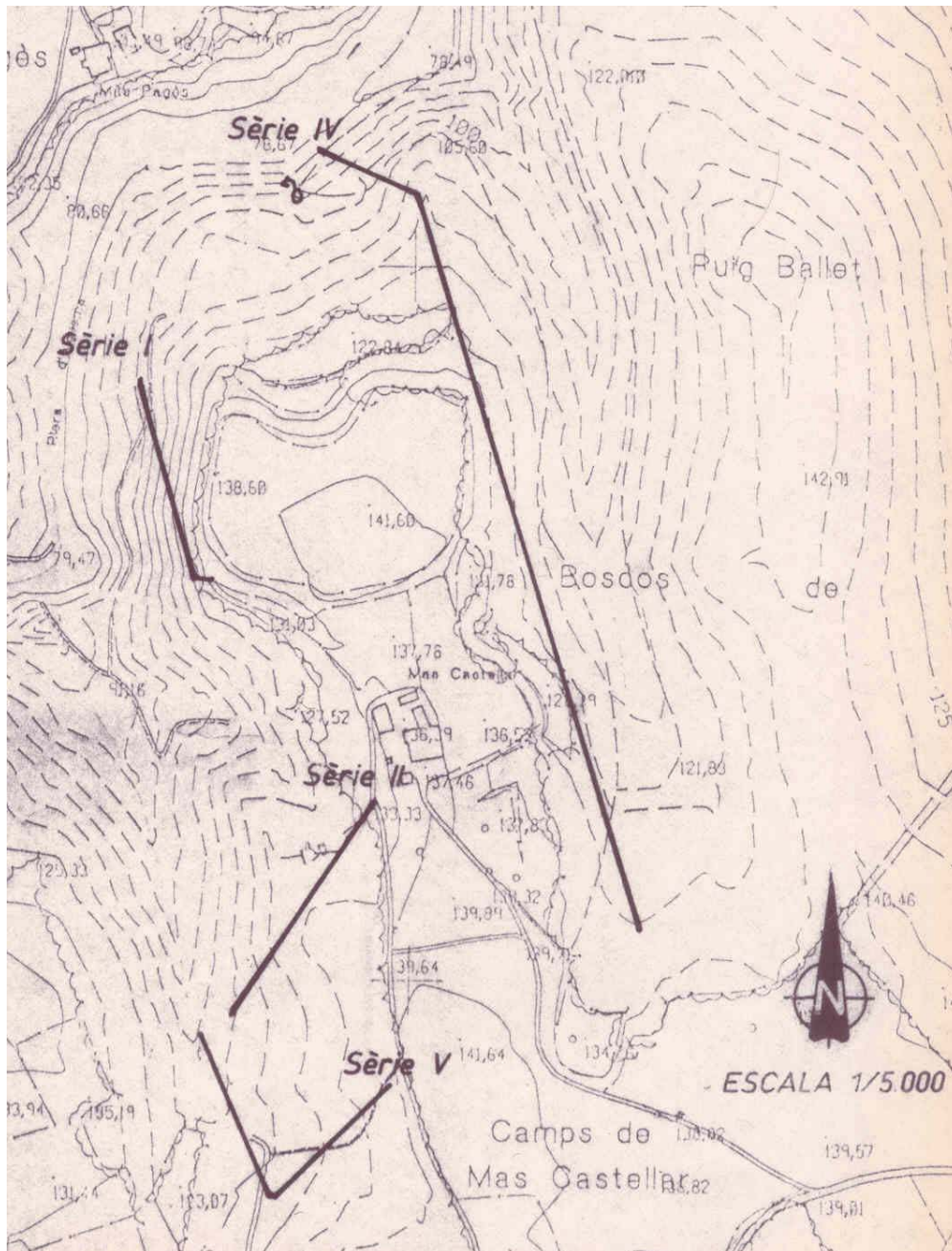
Des de mas Castellar hi ha camins i corriols que permeten recórrer-ne els voltants i fer un reconeixement dels materials geològics del sector.

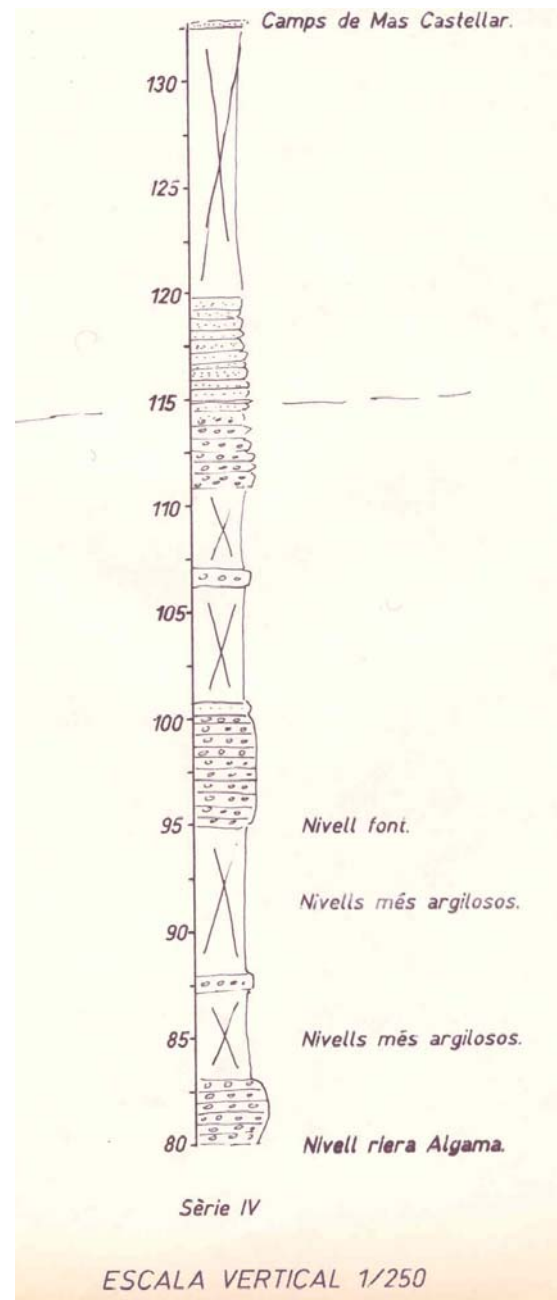
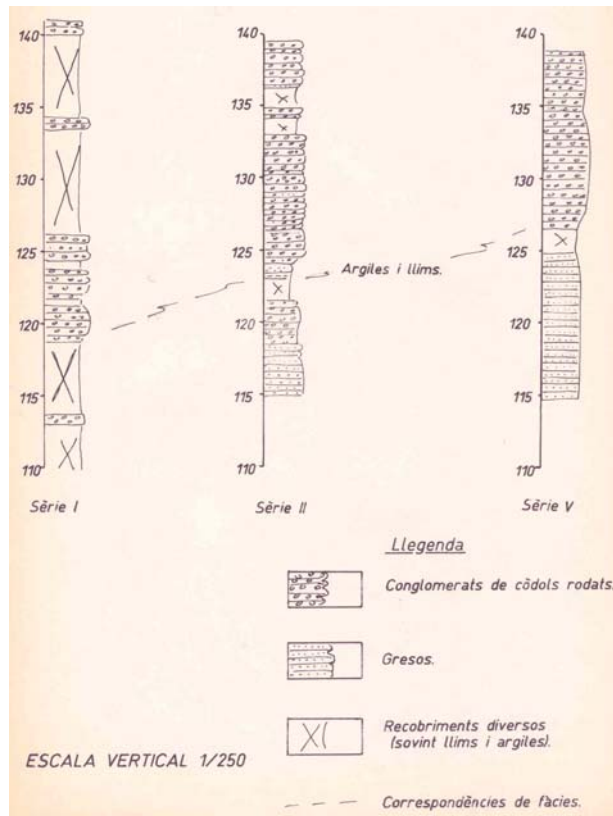
Des de l'assentament de l'establiment rural, caminarem en direcció nord passant per la dreta d'un camp de conreu i entrarem en un alzinar on es pot fer un reconeixement de les espècies vegetals existents. El corriol que travessa l'alzinar i davalla cap al riu pot estar en alguns trams embrossat degut que els corriols sovint es perden perquè estan poc trepitjats. Seguint el corriol, arribarem a una cruïlla; cap a la dreta, tot baixant, anirem a parar a la font, que brolla en el contacte entre materials permeables de granulometria grollera i argiles impermeables, i més avall arribarem a la riera d'Alguema. Agafant el

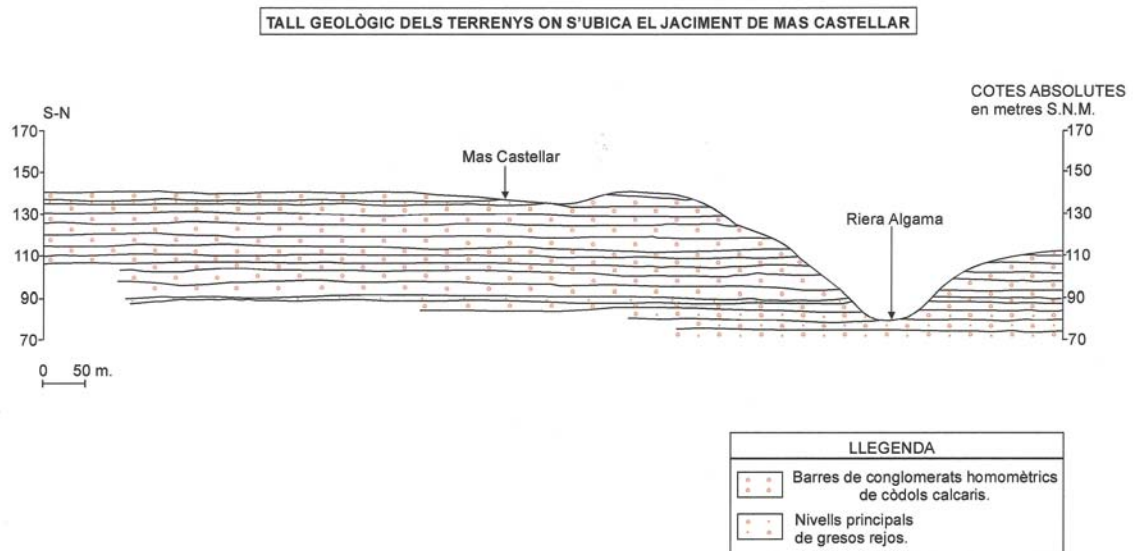
corriol de l'esquerra, seguirem un camí paral·lel a la riera per on retornarem al mas Castellar.

En un tram del camí podrem estudiar el rocam en un esvoranc. No abunden els bons afloraments per estudiar les roques, ja que en bastants trams del camí, els afloraments presenten recobriments que no permeten veure la roca original; tot i això, fent un recorregut complet -mas Castellar-riera Alguema- mas Castellar-, tindrem ocasió d'observar, tot i que de forma discontinua, les diferents roques que conformen el sector: conglomerats, gresos, llims i argiles.

S'han mesurat quatre sèries per diferents indrets que es mostren a continuació :





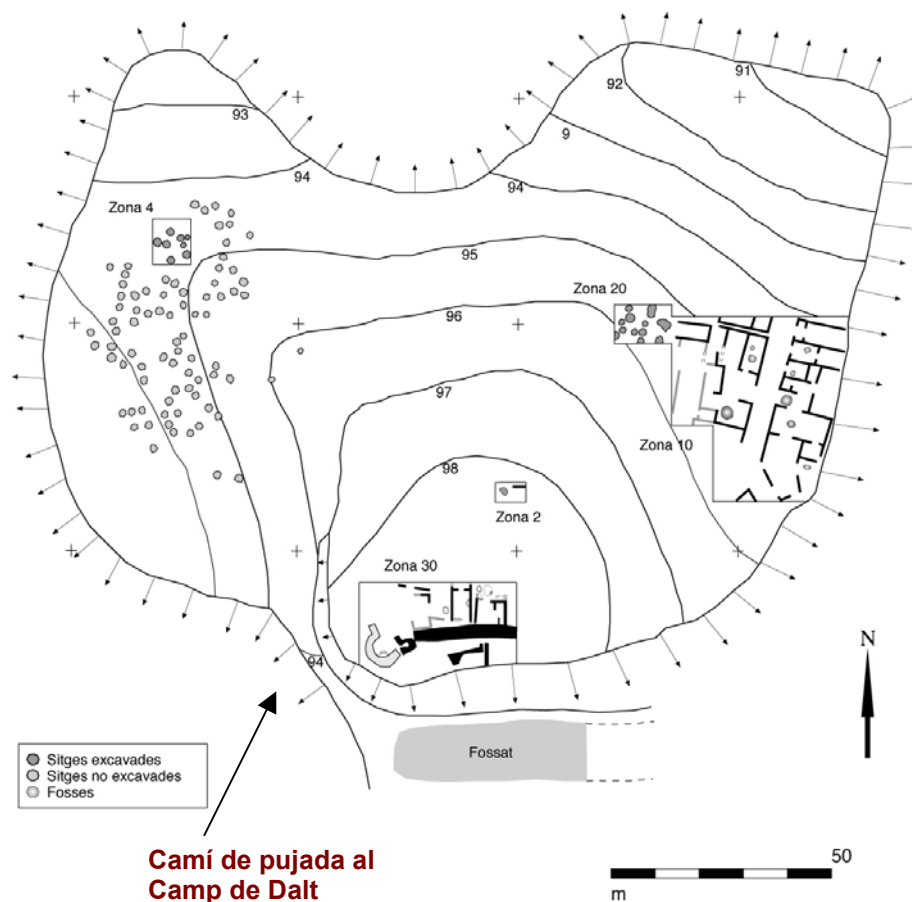


Algunes de les espècies vegetals que s'han identificat en aquest itinerari són, entre d'altres, les següents:

FORMACIÓ VEGETAL	ALZINAR amb algun pi aïllat	
ESPÈCIES RECONEGUDES	alzina	<i>Quercus ilex</i>
	arç blanc	<i>Crataegus monogyna</i>
	esbarzer	<i>Rubus ulmifolius</i>
	esparreguera	<i>Asparagus acutifolius</i>
	estepa negra	<i>Cistus monspeliensis</i>
	heura	<i>Hedera helix</i>
	falzia	<i>Asplenium</i>
	galzeran	<i>Ruscus aculeatus</i>
	ginebra	<i>Juniperus communis</i>
	ginesta	<i>Spartium junceum</i>
	llentiscle	<i>Pistacea lentiscus</i>
	marfull	<i>Viburnum tinus</i>
	romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>

Recorreguts per fer un reconeixement del poblat fortificat, l'establiment rural i les sitges

Al nord de mas Castellar hi ha l'anomenat Camp de Dalt, on es troben les restes ibèriques documentades i que són l'objectiu d'aquest recorregut: el poblat fortificat, l'establiment rural i els camps de sitges.



Mapa en planta de les restes ibèriques del Camp de Dalt

Zones 4 i 20: **sitges**
 Zona 10: **establiment rural**
 Zona 30: **poblat fortificat**
 Zona 2: sondeig de reconeixement

Una passejada per les dos hectàrees i mitja que amida el Camp de Dalt, ens permetrà el reconeixement i estudi dels tres elements esmentats.

Iniciant l'itinerari des del mas Castellar, les primeres restes que trobarem corresponen al poblat fortificat on podem reconèixer restes de parets d'estances i de muralles.



Camí d'accés al Camp de Dalt
Els materials del tall han estat **abocats** pels antics pobladors; són les restes de materials d'edificació del poblat. La distinció entre materials naturals i materials resultants d'abocaments precisa una observació acurada. En els materials **antròpics** podem trobar **restes de ceràmica** i els còdols no mostren cap disposició ordenada ni és observable la disposició en capes o estrats dels materials



Perfils d'excavació
Materials d'abocament amb restes de ceràmica



Sediments naturals com llims i sorres del quaternari
A dessota d'aquest nivell es troben les restes ibèriques



Terrenys del Camp de Dalt on s'han localitzat, per foto-aèria nombroses **sitges** que **no** han estat encara **excavades**

Des del mas Castellar, les primeres restes que trobarem corresponen al **poblat fortificat**. Hi podrem estudiar **restes de parets d'estances i de muralles**



Arqueòlegs treballant en les excavacions
ibèriques del Camp de Dalt
Restes de parets del poblat fortificat





Parets d'estances. Els materials que feien servir per edificar, veiem que corresponen al rocam que aflora en el sector; podem distingir-hi gresos vermells, còdols i conglomerats

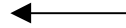


Restes de **muralla** del **poblat fortificat**

Al nord-est del poblat fortificat hi ha les restes de **l'establiment rural**



Restes de parets a l'establiment rural



Àmfores grecoitàliques a **l'establiment rural**



Sitges al costat de l'establiment rural

A la part superior, de color blanc, presenten un emboquillat de ciment, que té com a finalitat evitar esfondraments. Les sitges servien per emmagatzemar-hi el blat i també com abocador

Les sitges foren excavades en roca mare, constituïda aquí per 25 centímetres de conglomerats amb còdols de calcària mal cimentats al nivel superior i llims ocre, mal cimentats, al nivell inferior

Aquests materials mostren lateralment i vertical canvis de granulometria, fet constatat en l'excavació d'altres sitges

A les escoles de Pontós es realitza la tasca de restauració, classificació i arxiu de les restes trobades



Peces de ceràmica ibèriques



TEST D'AUTOAVALUACIÓ d'Arqueologia

- 1- A quina època es desenvolupà la cultura ibèrica?
 - a) entre els segles I i III d. C.
 - b) entre els segles V i II a. C.
 - c) entre els segles VI i I a. C.

- 2- Com s'anomenava el grup de tribus ibèriques que vivia a l'Empordà, el Gironès i La Selva?
 - a) ausetans
 - b) ilercavons
 - c) indigets

- 3- Amb quin metall s'elaborava l'armament ibèric?
 - a) amb ferro
 - b) amb coure
 - c) amb plom

- 4- De quin color és la ceràmica de la costa catalana que produïen els íbers?
 - a) blanc
 - b) vermell
 - c) gris

- 5- Quin tipus de ritual d'enterrament celebraven els íbers?
 - a) inhumació
 - b) incineració
 - c) momificació

- 6- Quan fou desmantellat el poblat fortificat de mas Castellar de Pontós?
 - a) al voltant de l'any 100 a. C.
 - b) al voltant de l'any 300 a .C.
 - c) al voltant de l'any 400 a. C.

- 7- Què és una sitja?
 - a) una fossa excavada al subsòl per emmagatzemar-hi gra
 - b) un tipus de recipient ceràmic
 - c) un edifici utilitzat per realitzar-hi activitats culturals

- 8- Quin tipus d'influència va rebre urbanísticament i arquitectònica l'establiment rural de mas Castellar?
 - a) fenícia
 - b) hel·lènica
 - c) romana

- 9- El jaciment de mas Castellar es troba en una zona interfluvial constituïda per

- a) el riu Fluvià i la riera d'Alguema
 - b) els rius Fluvià i Manol
 - c) els rius Fluvià i Ter
- 10- Quina fou la base de l'alimentació a l'època ibèrica?
- a) els cereals
 - b) les lleguminoses
 - c) els productes càrnics
- 11- Quins són els objectes que, des del punt de vista arqueològic, demostren l'activitat de mòlta i trituració de cereals?
- a) els forns
 - b) els molins rotatoris i de vaivé
 - c) les sitges
- 12- Amb quin material estava construït el mobiliari intern, documentat, de les cases trobades al poblat fortificat?
- a) de conglomerat
 - b) de fusta
 - c) d'argila
- 13- Quina era la divinitat més adorada en el món íber?
- a) Venus
 - b) Demèter o Tanit
 - c) Diana
- 14- En quin període ibèric es fundaren Roses i Empúries?
- a) període pre-ibèric (650-550 a. C.)
 - b) període ibèric antic (550-450 a. C.)
 - c) període ple (450-200 a. C.)

AVALUACIÓ

Cada pregunta correcta val un punt

Cada error o pregunta en blanc descompta un punt

Nº encerts.....

Nº errors.....

NOTA.....

--

BIBLIOGRAFIA

- ATLES COMARCAL DE CATALUNYA. Alt Empordà 2000.- Diputació de Girona. Generalitat de Catalunya. **Institut Cartogràfic de Catalunya**
- AUBOUIN, J., BROUSSE, R. & LEHMAN, J-P 1981.- Petrologia. **Ediciones Omega**
- AUBOUIN, J., BROUSSE, R. & LEHMAN, J-P 1981.- Tectónica, tectonofísica, morfología. **Ediciones Omega**
- CARRERAS, J., Las deformaciones tardi-hercínicas en el litoral septentrional de la península del cabo de Creus: la génesis de las bandas miloníticas. **Acta Geol. Hisp.** t.X, nº 3, pàgs. 109-115.
- CARRERAS, J,-. El cap de Creus: aspectes geològics. La península del cap de Creus i la serra de Verdera. Actes de les IV jornades de la Institució Catalana d'Història Natural. **Edita: Institut d'Estudis Empordanesos.** pàgs. 19-25
- CARRERAS, J. & LOSANTOS, M 1982.- Geological setting of the Roses granodiorite (E-Pyrenees, Spain), **Acta Geol. Hisp.** T. 17, nº 4, pàgs. 211-217, 1982.
- CARRERAS, J.& DRUGUET, E. 1994.- El papel de las zonas de cizalla en la configuración estructural del complejo migmatítico del sector septentrional de la península del Cap de Creus (Girona). **Rev. Soc. Geol. España**, 7 (1-2)
- CARRERAS, J. & DRUGUET, E. 2002.- Itinerario por el Parque Natural del Cap de Creus. **XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología.** Geología de Girona. 9 Itinerarios de campo. Pags. 147-154
- DOMÈNECH, R., GIBERT, J.M. de & MARTINELL, J. 2001.- Ichnological features of marine transgression : middle Miocene rocky shores of Tarragona, Spain. **GEOBIOS**, 34, 1 : 99-107
- DRUGUET, E., ENRIQUE, P. & GALÁN, G. 1995.- Tipología de los granitoides y rocas asociadas del complejo migmatítico de la Punta dels Farallons. **Geogaceta** 18, 199-202
- FLETA, J. & ESCUER, J. 1991. Vic. Sistemas sedimentarios de la cuenca neógena del Alt Empordà y su relación con la tectónica y el vulcanismo. **I Congreso del Grupo Español del Terciario. Libro-Guía excursión nº7. Dpt. Geologia Dinàmica, G. I P. Fac. Geologia**
- FOLCH, R. 1981.- La vegetació dels Països Catalans. **Ketres editora.** Barcelona.
- FRANQUESA, T.- El paisatge vegetal i la vegetació de la península del cap de Creus. La península del cap de Creus i la serra de Verdera. Actes de les IV jornades de la Institució Catalana d'Història Natural. **Edita : L'Institut d'Estudis Empordanesos.** Pags. 95-107

- FRANQUESA, T. & CARRERAS, J. 1992.- El Cap de Creus. 11 Itineraris per la Catalunya Nord-Oriental. Pags. 145-157. **3 Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències Naturals**
- GIBERT, J.M.de, MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1998.- Entobia Ichnofacies in Fossil Rocky Shores, Lower Pliocene, Northwestern Mediterranean. **PALAIOS**. V 13, p. 476-487
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS 1986.- t.1. Geologia I . **Fundació Enciclopèdia Catalana**
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS 1986.- t.2. Geologia II . **Fundació Enciclopèdia Catalana**
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS 1986.- t.5. Fongs i líquens. **Fundació Enciclopèdia Catalana**
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS 1986.- t.6. Plantes superiors. **Fundació Enciclopèdia Catalana**
- HISTÒRIA NATURAL DELS PAÏSOS CATALANS 1986.- t.7. Vegetació. **Fundació Enciclopèdia Catalana**
- MARTINELL, J. Interacción organismos/sustrato duro : la bioerosión y sus implicaciones. Dpto. De Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología. **Universidad de Barcelona**
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1985.- Característiques tafonòmiques i paleoecològiques del Pliocè marí de l'Empordà. **Edita : Diputació de Girona**
- MARTINELL, J. 2001.- Temes de teoria de Paleontologia. **Edicions Universitat de Barcelona**
- MATA-PERELLÓ, J.M. 1981.- Els minerals de Catalunya. **Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.**
- PONS, E., FUERTES, M., GAGO, N. & BOUSO, M. – Les sitges dels assentaments de Mas Castellar de Pontós i les del territori
- PONS, E., BUXÓ, R. & VARGAS, A. – El graner de l'Empordà. **Museu d'Arqueologia de Catalunya**