GEOLOGIA DEL MASSÍS DE LES GAVARRES

PER

CARLES ROQUÉ i PAU* LLUÍS PALLÍ i BUXÓ*

*Unitat de Geologia. Departament de Ciències Ambientals. Universitat de Girona

RESUM

En aquest treball es descriuen els aspectes morfològics més rellevants del massís de les Gavarres. Així mateix, els diferents materials aflorants a l'esmentat massís són representats en un mapa geològic esquemàtic.

RESUMEN

En este trabajo se describen los aspectos morfológicos más relevantes del macizo de Les Gavarres (Cordillera Costero-catalana). Así mismo, los diversos materiales aflorantes en este macizo se han plasmado en un mapa geológico esquemático.

ABSTRACT

In the present paper, the diverse morphological aspects of the Les Gavarres Massif (Catalonian Coastal Ranges) are described. Also, the different outcrop rocks are shaped in a schematic geological chart.

KEY WORKS

Geology, Morphology, Les Gavarres Massif, Catalonian Coastal Ranges.

1.- SITUACIÓ GEOGRÀFICA

El massís de les Gavarres se situa al sector oriental de la província de Girona, on ocupa bona part de les comarques del Baix Empordà i del Gironès. Junt amb el massís de Begur constitueix l'extrem septentrional de la serralada Costanera Catalana (Fig.1).

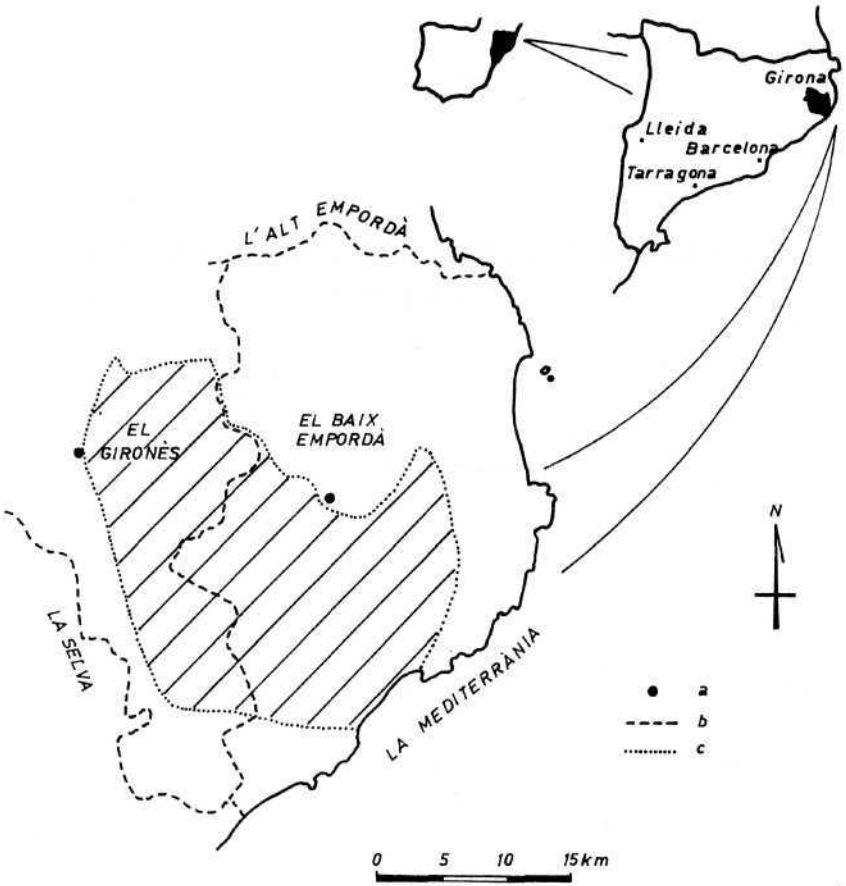


Fig.1. Situació geogràfica. Llegenda, a: Capital de comarca, b: Límit de comarca, c: Límit de la zona estudiada.

Aquest massís limita al nord amb la plana del Baix Empordà, mitjançant un seguit de turons arrodonits, anomenats Pre-gavarres. Al nord-oest es posa en contacte amb la serralada Transversal, interposada en aquest punt entre la depressió de la Selva i la plana baix-empordanesa. A ponent llinda amb la depressió de la Selva. A migjorn el massís limita bruscament amb la vall d'Aro, essent aquesta una petita depressió interposada entre les Gavarres i el massís d'Ardenya. Pel costat de llevant limita amb el corredor de Palafrugell, plana estreta i allargada, que separa les Gavarres del massís de Begur.

Ocupa una superfície de 350 km^2 i comprèn, totalment o parcialment,

els termes municipals de Bordils, Calonge, Cassà de la Selva, Castell-Platja d'Aro, Celrà, Corçà, la mancomunitat formada per Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura; Forallac (Fonteta, Peratallada i Vulpellac), Girona, Juià, la Bisbal, Llagostera, Llambilles, Madremanya, Mont-ras, Palafrugell, Palamós, Palau-sator, Quart, Sant Julià de Ramis, Sant Martí Vell, Santa Cristina d'Aro, Torrent i Vall-llobrega.

Queda inclòs en part als fulls de Sant Feliu de Guíxols (366), Girona (334) i Torroella de Montgrí (296) del «Mapa Topográfico Nacional» a escala 1:50.000.

2.- SITUACIÓ GEOLÒGICA

El massís de les Gavarres està constituït essencialment per materials d'edat paleozoica. Es tracta de roques sedimentàries i volcano-sedimentàries metamorfitzades en grau variable, així com també de roques plutòniques i filonianes de composició diversa.

Els materials intrusius es localitzen majoritàriament a la meitat meridional del massís, on es troben associats a roques de metamorfisme de contacte i a abundants dics de roques filonianes. A la meitat septentrional s'hi troben els sediments paleozoics afectats només per un lleuger metamorfisme regional en fàcies dels esquists verds.

A les zones llindants amb la plana de l'Empordà, constituint les Pregavarres, apareixen sediments d'edat paleògena, els quals es posen en contacte per falla amb els materials paleozoics. També es troben a l'extrem de la serralada Transversal, on es disposen en contacte discordant o per falla damunt del Paleozoic. Manquen doncs, en tot aquest sector, els sediments mesozoics.

El Neogen hi és representat per sediments continentals que es troben adossats a les vores del massís, en el contacte amb les depressions de la Selva i de l'Empordà. De la mateixa època són els escassos afloraments volcànics de les Gavarres i de les Pre-gavarres, representats majoritàriament per restes de colades de naturalesa basàltica, parcialment cobertes per materials més moderns.

Finalment, cal esmentar els sediments quaternaris, els quals es troben sobretot a les zones planes que voregen el massís, lligats a la dinàmica al.luvial, però que també adquireixen potències importants als vessants de la zona muntanyosa, en el contacte amb aquestes depressions.

El massís de les Gavarres està afectat per un conjunt de falles orientades majoritàriament est/nord/est-oest/sud/oest, nord/est-sud/oest i nord/oest-sud/est d'edat alpina. Són aquests accidents tectònics els responsables de la seva configuració morfològica, constituint, de fet, els seus límits naturals. A més, no solament separen aquest massís de les planes

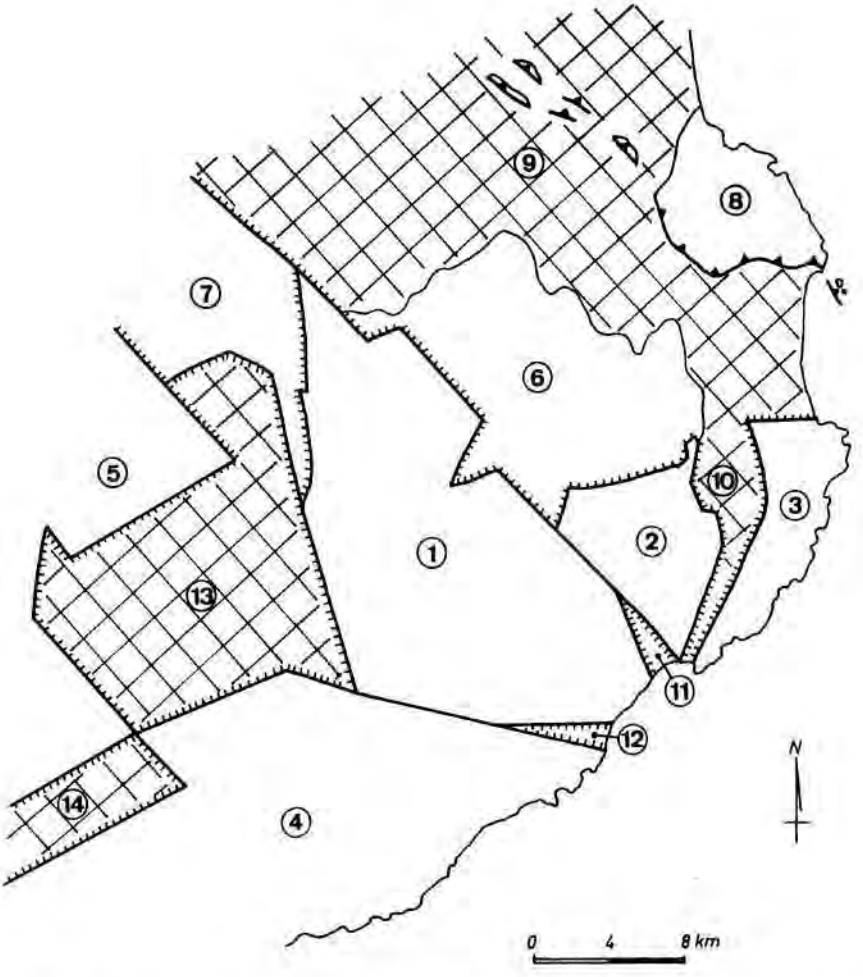


Fig.2. Esquema tectònic. Llegenda, *Massissos paleozoics enlairats*, 1: Massís de les Gavarres (Bloc dels Àngels-Arques), 2: Massís de les Gavarres (Bloc de Fitor), 3: Massís de Begur, 4: Massís de la Selva Marítima, 5: Massís de les Guilleries. *Sistemes cenozoics enlairats*, 6: Pre-gavarres, 7: Serralada Transversal. *Massissos mesozoics encavalcants*, 8: Massís del Montgrí. *Depressions tectòniques*, 9: Depressió del Baix Empordà, 10: Corredor de Palafrugell, 11: Vall de Calonge, 12: Vall d'Aro, 13: Depressió de la Selva, 14: Serra de Clarà.

circumdants, sinó que el compartimenten en un seguit de blocs de menor entitat (Fig.2).

Així, a l'est de les Gavarres, la fossa tectònica del corredor de Palafrugell fa de límit entre aquest massís i el de Begur. Aquest corredor,

originat pel moviment de dos grups de falles orientades aproximadament nord-sud, s'estén al llarg d'uns 15 km, obrint-se a la plana empordanesa al nord, mentre que l'extrem sud arriba fins al mar. La seva amplada mitjana és de 3,5 km.

Les Gavarres estan formades per dos blocs enlairats: el de Fitor i el dels Àngels-Arques. Aquests dos blocs limiten entre si per un sistema de fractures d'orientació nord/oest-sud/est que en conjunt constitueixen l'anomenada falla de Palamós.

El bloc de Fitor limita al nord amb la fossa empordanesa mitjançant un seguit de falles d'orientació est/nord/est-oest/sud/oest; per la banda de ponent és tallat per la falla de Palamós, que el separa del bloc dels Àngels-Arques. A llevant limita amb la fossa de Palafrugell, essent el seu extrem més meridional el que s'interposa en forma de mur entre aquest corredor i la vall tectònica de Calonge.

El gran bloc dels Àngels-Arques ocupa la major part de les Gavarres. A l'est i al nord és delimitat per la falla de Palamós, que el separa del bloc de Fitor i de la fossa de l'Empordà. A ponent limita amb la serralada Transversal mitjançant una sèrie de falles d'orientació nord-sud, les quals, en perllongar-se vers el sud giren cap al nord/oest-sud/est i són les que el separen de la depressió de la Selva. Al sud, el bloc dels Àngels-Arques és tallat per les falles de la vall d'Aro, d'orientació est/sud/est-oest/nord/oest, les quals generen una petita depressió d'uns 11 km de llargada per un màxim de 2 km d'amplada.

Finalment, a l'extrem meridional de la falla de Palamós s'obre, entre ambdós blocs, la petita fossa tectònica de la vall de Calonge, de forma triangular i amb una llargada de 4 km. La màxima amplada, uns 2 km, l'assoleix a la part sud, on resta oberta al mar.

3.- ANTECEDENTS

Els treballs que, d'una manera o altra, s'han ocupat de la geologia del massís de les Gavarres, són nombrosos. A continuació s'esmentaran els que han influït de forma més decisiva en el coneixement dels trets geològics i morfològics d'aquesta zona.

Les primeres referències sobre la geologia del massís de les Gavarres apareixen en diferents treballs de final del segle passat. Entre aquests cal assenyalar els de BAUZÀ (1874), BOTELLA Y DE HORNOS (1879), CAREZ (1881) i CAREZ y VASSEUR (1886).

La primera aportació important, però, es deu a VIDAL (1886), que és qui descriu amb detall els sediments del Paleozoic i del Paleogen d'aquesta zona. El seu treball constitueix el punt de partida de posteriors estudis estratigràfics.

FAURA I SANS publica l'any 1923 el full de Sant Feliu de Guíxols del servei del mapa geològic de la Mancomunitat de Catalunya, a escala 1:100.000. Aquest és un dels primers mapes geològics en què apareixen les Gavarres. La memòria que acompanya el mapa aporta, a més, nombroses dades sobre els diversos tipus de materials presents.

Amb SCHRIEL (1929) comença a desenvolupar-se una important tasca investigadora, per part de geòlegs estrangers, a les cadenes Costaneres Catalanes. Els treballs de CHEVALIER (1930), ASHAUER (1934) i ASHAUER i TEICHMÜLLER (1935) són les aportacions més notables d'aquest col.lectiu a la zona estudiada.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1931, 1934a i 1934b) fa un estudi de detall de les roques ígnies i metamòrfiques de la Costa Brava.

SOLÉ SABARÍS i LLOPIS LLADÓ (1939) realitzen un treball acurat sobre els aspectes geològics i morfològics de l'acabament septentrional de la serralada Costanera Catalana.

L'any 1949 l'IGME publica el full de Girona (334) del «Mapa Geológico de España» a escala 1:50.000, realitzat per MARCET RIBA i SOLÉ SABARÍS. S'hi diferencien a nivell cartogràfic dinou tipus de materials, àmpliament descrits a la memòria que l'acompanya.

MARCET RIBA dedica bona part de la seva tasca investigadora a l'estudi de la geologia de les Gavarres. Primer centra la seva atenció en la petrologia, publicant diversos treballs al respecte (1947, 1948, 1949a i 1949b). Després descriu acuradament els sediments terciaris del corredor de Palafrugell (1954, 1955, 1956a i 1956b).

L'any 1953 es publica, per part de l'IGME, el full de Sant Feliu de Guíxols (336) del «Mapa Geológico de España» a escala 1:50.000. Com en el cas del full de Girona, completa la cartografia una extensa memòria explicativa.

SAN MIGUEL ARRIBAS (1956) reprèn els estudis petrològics de la Costa Brava, amb una especial atenció als granitoides.

Els treballs sobre petrologia de les roques ígnies de la Costa Brava es continuen durant els anys seixanta; entre ells destaquen PALLÍ (1965 i 1967) i MONTOTO (1967 i 1968).

Als anys setanta apareixen les tesis doctorals de PALLÍ (1972) i de MARTINEZ GIL (1972) sobre l'estratigrafia del Paleogen i la hidrogeologia del Baix Empordà respectivament.

SALA (1975 i 1979), estudia les Gavarres des d'un punt de vista geogràfic, determinant-ne l'organització en geosistemes.

PALLÍ (1976a) esbossa els principals trets geològics de les Gavarres.

BARNOLAS, GARCÍA i SOUBRIER (1980), descriuen la successió estratigràfica del paleozoic del massís de les Gavarres, relacionant-la amb la del Pirineu oriental.

L'any 1983 l'IGME publica els mapes geològics corresponents al full de Torroella de Montgrí (296) i al de Sant Feliu de Guíxols (366), a escala 1:50.000. Resta, però, impublicat el de Girona (334). Un any més tard apareix el full de Barcelona a escala 1:200.000, fet pel mateix organisme.

TRILLA, PALLÍ i ZARROCA (1985) en un treball ampli sobre el medi físic del litoral de Catalunya, tracten certs aspectes de la costa de les Gavarres.

La tesi de llicenciatura de SOLÉ FLORES (1986) sobre la geoquímica del massís de les Gavarres obre una nova línia de recerca en aquesta zona, a la qual s'afegeixen els treballs posteriors de CARMONA (1987) i de FERRER (1989 i 1990), de caràcter més regionalista dins la serralada Costanera Catalana.

Els treballs de NAVIDAD i BARNOLAS (1991), i de BARNOLAS i GARCÍA (1992) sobre el magmatisme, l'estratigrafia i l'estructura del paleozoic de les Gavarres, representen una ampliació de les dades aportades per BARNOLAS, GARCÍA i SOUBRIER (1980).

ROQUÉ (1993), en la seva tesi doctoral, plasma en una detallada cartografia els diferents tipus de roques aflorants al massís de les Gavarres i al proper massís de Begur. A més, descriu les relacions entre aquestes roques i les formes de modelat que presenten.

Finalment, cal assenyalar la tasca realitzada per la Unitat de Geologia de la Universitat de Girona, que en els darrers anys ha publicat nombrosos mapes geològics, geomorfològics i litomorfològics de diferents sectors i municipis de les Gavarres. Són concretament els mapes geològics dels termes municipals de Castell d'Aro-Platja d'Aro (PALLÍ, 1980), de Cassà de la Selva (PALLÍ i TRILLA, 1982), de Girona (PALLÍ, 1982), de Santa Cristina d'Aro (PALLÍ, 1985), de Palamós (PALLÍ i BRUSI, 1987), de Palafrugell (PALLÍ i ROQUÉ, 1990), de Calonge (PALLÍ i ROQUÉ, 1992a) i de Mont-ras (PALLÍ i ROQUÉ, 1992b). A aquesta llista cal afegir-hi els mapes morfològics de la depressió de la Selva (PALLÍ, TRILLA i ESTALRICH, 1983), de la conca del Ridaura (PALLÍ, ESTALRICH i TRILLA, 1985) i de Palamós (PALLÍ, BRUSI, TRILLA i ESTALRICH, 1987).

4.- ESTRATIGRAFIA

Bona part de la superfície del massís de les Gavarres està constituïda per roques sedimentàries paleozoiques transformades en major o menor grau en roques metamòrfiques. La resta de sediments aflorants pertanyen al Cenozoic i al Quaternari, localitzant-se preferentment a les vores del massís. Els materials sedimentaris del Mesozoic, com ja s'ha dit anteriorment, no hi són presents.

4.1.- PALEOZOIC

L'evolució que han sofert les roques sedimentàries paleozoiques aflorants al massís de les Gavarres ha estat complexa. Els efectes de l'orogènia herciniana més els de l'emplaçament dels batòlits granítics i el consegüent metamorfisme de contacte, han modificat els sediments originaris transformant-los en diferents tipus de roques metamòrfiques, sovint molt replegades. Aquesta notable transformació dels sediments originals, unida a la manca de nivells guia i de fòssils, sobretot a la part basal de la successió estratigràfica, ha dificultat l'establiment d'una sèrie estratigràfica vàlida per al conjunt de tot el massís estudiat.

El conjunt de roques sedimentàries paleozoiques del massís de les Gavarres es pot agrupar en tres grans unitats, fent atenció als materials que les componen i a la seva edat (ROQUÉ, 1993) (Fig.3). La Unitat Inferior, del cambro-ordovicià, està composta essencialment per pissarres i fil.lites, a les quals s'intercalen nivells de calcàries, de dolomies i de quarsites. La Unitat Mitjana, que correspon a l'Ordovicià superior, està constituïda per conglomerats, esquists quarsfeldspàtics, porfiroides, llimolites cavernoses, marbres i pissarres gris-negroses. La Unitat Superior, d'edat siluro-devoniana, està formada per pissarres vermelloses, calcàries i calcoesquists. No hi són presents sediments del Carbonífer i del Permià.

4.1.1.- UNITAT INFERIOR

Està constituïda per una successió rítmica de pissarres grises que alternen amb nivells centimètrics de llimolites blanquinoses, a la qual s'intercalen nivells de calcàries, de dolomies, de quarsites i de conglomerats. A grans trets, la Unitat Inferior es pot desglossar en tres conjunts atenent a la seva litologia: un d'inferior, que anomenem conjunt carbonàtic de Begur, atès que aflora àmpliament a les rodalies d'aquesta població, dins el massís de Begur; un de mitjà, o conjunt lutític dels Àngels; i un de superior, o conjunt quarsític de Sant Cebrià.

a) Conjunt carbonàtic de Begur

Aflora a les rodalies de Torrent i a les muntanyes del Congost i de Sant Julià de Ramis. Es composa de fil.lites amb intercalacions de nivells de gruix variable de dolomies, de marbres i de calcofil.lites. Al massís de Begur, on ha estat estudiat en detall (ROQUÉ i PALLÍ, 1991b), assoleix uns 550 m de potència, si bé a les Gavarres no excedeix els 100 m d'espessor.

b) Conjunt lutític dels Àngels

Damunt dels nivells de carbonats apareix un paquet de composició rítmica a base de pissarres i llimolites de diversos centenars de metres de potència, que anomenem conjunt lutític dels Àngels. El contacte entre

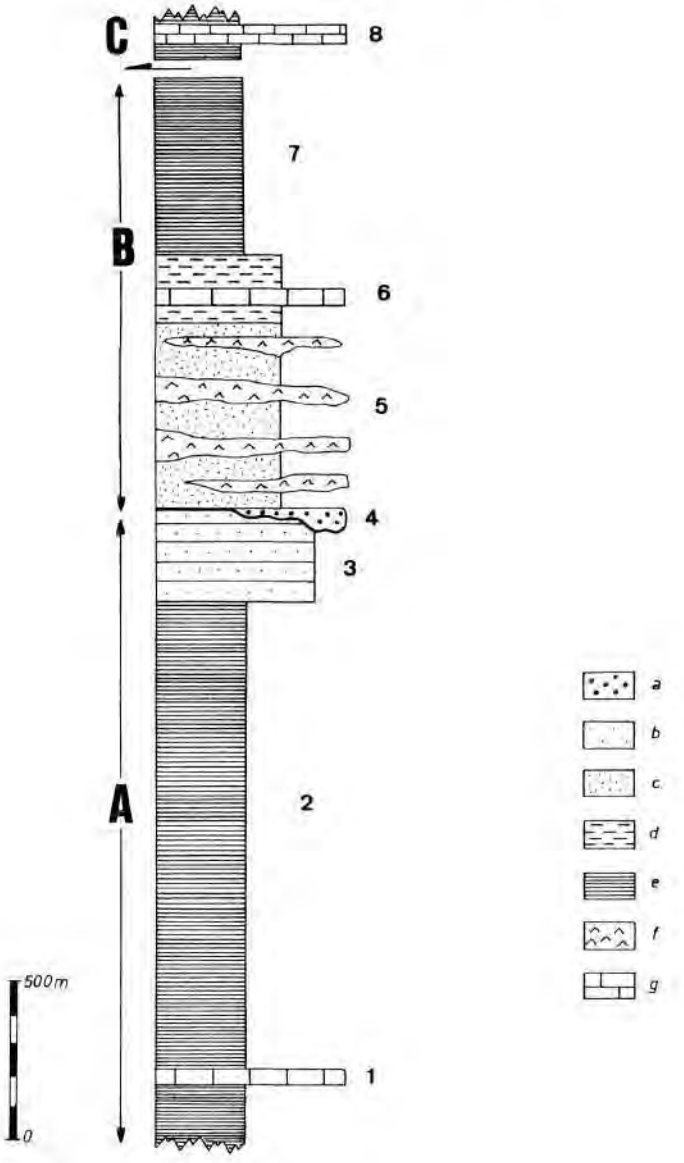


Fig.3. Sèrie sintètica del paleozoic del massís de les Gavarres. Llegenda, A: Unitat Inferior, B: Unitat Mitjana, C: Unitat Superior. 1: Conjunt carbonàtic de Begur, 2: Conjunt lutític dels Àngels, 3: Conjunt quarsític de Sant Cebrià, 4: Conglomerats de Sant Cebrià de Lledó, 5: Conjunt volcanodetrític de la Cavorca, 6: Llimolites cavernoses del mas Calç, 7: Pissarres grisnegroses de Fitor, 8: Carbonats de Sant Miquel i de Montnegre. Materials, a: Conglomerats, b: Quarsites, c: Esquists quarsfeldspàtics i grauvàquics, d: Llimolites cavernoses, e: Pissarres i llimolites, f: Roques volcàniques àcides, g: Marbres i dolomies.

ambdós trams de la sèrie és gradual i ve marcat per la desaparició de les capes de marbres i de dolomies. Aflora àmpliament al massís estudiat, sobretot entre Girona i el santuari de la Mare de Déu dels Àngels (Sant Martí Vell) -d'on rep el nom-; a les rodalies de la font de l'Alzina (Sant Sadurní de l'Heura) i entre Sant Pol (la Bisbal) i la Barceloneta (Palafrugell). La potència total d'aquest conjunt és d'uns 1.500 m.

c) Conjunt quarsític de Sant Cebrià

Sobre el nivell anterior comença una sèrie detrítica, composta per quarsites i conglomerats, intercalats entre pissarres, llimolites i calcàries. Aquests materials es localitzen, sobretot, al sud de Sant Martí Vell; entre Quart i Sant Mateu de Montnegre (Quart); al nord de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles) -d'on prové el nom-; i a les rodalies de Santa Pellaia (Cruïlles). A la zona de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles), el darrer conjunt de la Unitat Inferior assoleix uns 250 m de potència. Entre Quart i Castellar de la Selva (Quart) la potència total d'aquest tram supera els 400 m.

4.1.2.- UNITAT MITJANA

Està constituïda, de la base al sostre, per quatre conjunts litològics clarament diferenciables: conglomerats de Sant Cebrià de Lledó, conjunt volcanodetrític de la Cavorca, llimolites cavernoses de mas Calç i pissarres gris-negroses de Fitor.

a) Conglomerats de Sant Cebrià de Lledó

Apareixen sobre la Unitat Inferior només a les rodalies de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles). Constitueixen un nivell guia de 35 m de potència màxima. Des d'un punt de vista litològic es tracta d'un nivell de conglomerats amb matriu llimosa.

b) Conjunt Volcanodetrític de la Cavorca

El conjunt volcanodetrític aflora majoritàriament al llarg de tres grans faixes d'orientació aproximada est-oest. Una se situa entre Llofriu (Palafrugell) i el mas Anguila (Fonteta); una altra entre el mas Ribot (Calonge) i Sant Sadurní de l'Heura; i finalment la tercera, comprèn des del puig Rossell (Calonge) fins al coll del Matxo Mort (Cruïlles). A més, apareix al sud de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles) en diverses faixes petites, també com entre Madremanya i els Àngels (Sant Martí Vell); a Bell-lloc (Palamós); a l'est de Girona i a Llambilles. Des d'un punt de vista litològic, el conjunt volcanodetrític està format per esquists quarsfeldspàtics i grauvàquics derivats de dipòsits piroclàstics. Puntualment apareixen intercalacions de nivells massius de porfiroides riolítics i dacítics, de potència mètrica, relacionats amb colades de lava. La potència del conjunt volcanodetrític assoleix entre 500 i 600 m a les zones on la sèrie apareix completa.

c) Llimolites cavernoses del mas Calç

Afloren al nord de Fitor (Fonteta), en un nivell continu entre Sant Pol (la Bisbal) i Mont-ras. També es localitzen al sud de Fitor, concretament a can Puignau (la Bisbal); a la Cavorca (Fonteta) i al mas Cabré (Vall-llobrega), constituint una faixa discontínua paral.lela a l'anterior. Així mateix, es troben a l'oest de Madremanya i a les rodalies de can Venda (Girona). Estan constituïdes per una successió llimolítica amb intercalacions de marbres i calcàries vermelloses. Les llimolites es caracteritzen per ser molt massives i per presentar multitud de forats, alineats i orientats segons l'estratificació, els quals corresponen a fòssils descalcificats de briozous, braquiòpodes i gasteròpodes, entre altres organismes. Les capes de marbres i calcàries contenen abundants restes de crinozous indeterminables. Al mas Calç (Fonteta) -d'on reben el nom- aquest conjunt assoleix una potència de 150 m. A Madremanya té un gruix de 125 m. La presència dels braquiòpodes *Nicolella actoniae* (Sowerby) i *Iberomena sardoa* (Vinassa), localitzats a la Cavorca (Fonteta), permet datar aquests materials com a pertanyents a l'Ashgil.lià (Ordovicià superior) (ROQUÉ, 1993).

d) Pissarres gris-negroses de Fitor

Afloren àmpliament a les rodalies de Fitor (Fonteta) i de Madremanya, com també en estretes faixes a l'oest de can Lliure (Girona). Litològicament, el darrer conjunt de la Unitat Mitjana correspon a una successió de pissarres negres i blavoses amb intercalacions quarsítiques, més freqüents cap a la part alta de la sèrie. A Fitor, on apareix incomplet, la seva potència se xifra en més de 400 m. A Madremanya té uns 600 m de gruix.

4.1.3.- UNITAT SUPERIOR

Sobre el conjunt anterior haurien de trobar-se les típiques ampelites negres silurianes, presents a molts indrets de la serralada Costanera Catalana i del Pirineu. L'existència d'aquests materials al massís de les Gavarres, en concret a la font Picant de Madremanya, ha estat assenyalada per MARCET RIBA i SOLÉ SABARÍS (1949) i per BARNOLAS i GARCÍA-SANSEGUNDO (1992). Al nostre entendre, però, aquest aflorament correspon a una estreta faixa de pissarres gris-negroses de Fitor encastada entre dues fractures. També ha estat esmentada l'existència de fragments d'ampelites negres a la base dels materials carbonatats de Montnegre (BARNOLAS i GARCIA-SANSEGUNDO, 1992), en una zona on aquests es troben en contacte mecànic amb roques granítiques. L'atribució d'aquests materials al nivell d'ampelites negres silurianes és, com a mínim, dubtosa.

La Unitat Superior està constituïda majoritàriament per un conjunt de capes de carbonats d'edat siluro-devoniana, les quals afloren en un seguit de clapes a les rodalies de Montnegre (Quart) i del puig de Sant Miquel

(Girona). A tots els afloraments es troben en contacte mecànic sobre els materials de la Unitat Inferior o bé sobre roques granítiques.

La base de la successió està constituïda per un nivell de pissarres vermelloses, d'uns 15 m de potència. Aflora al puig de les Teixoneres (Quart), i es localitza també a l'oest de can Lliure (Girona), en contacte amb les pissarres negroses de Fitor.

Damunt les pissarres vermelles comença la sèrie pròpiament carbonàtica, la potència de la qual supera els 80 m. Està formada per una alternança de capes calcàries, de calcoesquists i de nivells de pissarres verdes o vermelles. Contenen gran quantitat de restes fragmentades de crinozous i d'ortoceratoïdeus. Els calcoesquists i les pissarres, més freqüents a la part alta, contenen també macrofauna, sobre tot crinozous i braquiòpodes, molt menys abundats, però, que a les calcàries.

4.2.- CENOZOIC

A les àrees sensiblement planes situades al nord i a l'oest del massís de les Gavarres es localitzen diferents tipus de sediments terciaris, tant del Paleogen com del Neogen, els quals es troben en contacte mecànic amb els materials paleozoics o bé es recolzen en discordança sobre ells. La successió de sediments terciaris aflorants a les vores del massís paleozoic estudiat és subdividible en dues parts limitades per una discordança. La part baixa correspon a un potent conjunt de materials paleògens, tant de fàcies continental com marina. La superior està composta per sediments neògens continentals.

4.2.1.- PALEOGEN

Els sediments del Paleogen es troben al llarg del marge septentrional del massís de les Gavarres, on constitueixen les anomenades Pre-gavarres. Ocupen també la part nord del corredor de Palafrugell. A l'extrem nord-occidental de les Gavarres, els dipòsits paleogènics de la serralada Transversal es posen en contacte amb els materials paleozoics d'aquest massís, en una franja que s'estén de nord a sud des de la Costa Roja (Sant Julià de Ramis) fins a Quart. Atenent un criteri estrictament geocronològic, subdividim els sediments paleògens en dos grups, segons si la seva edat és del Paleocè o de l'Eocè (Fig.4).

4.2.1.1.- Paleocè

La base de la successió estratigràfica del terciari la constitueix l'anomenada Formació Pontils (FERRER, 1971), formada per un conjunt d'argiles i llims vermells amb intercalacions de nivells mètrics de conglomerats i de sorrenques. Aflora des de cal Reig (Torrent) a l'est, fins a Palol d'Onyar (Quart), a l'oest, al llarg del contacte entre el massís paleozoic i les depressions terciàries. A la base d'aquests materials es troben els tí-

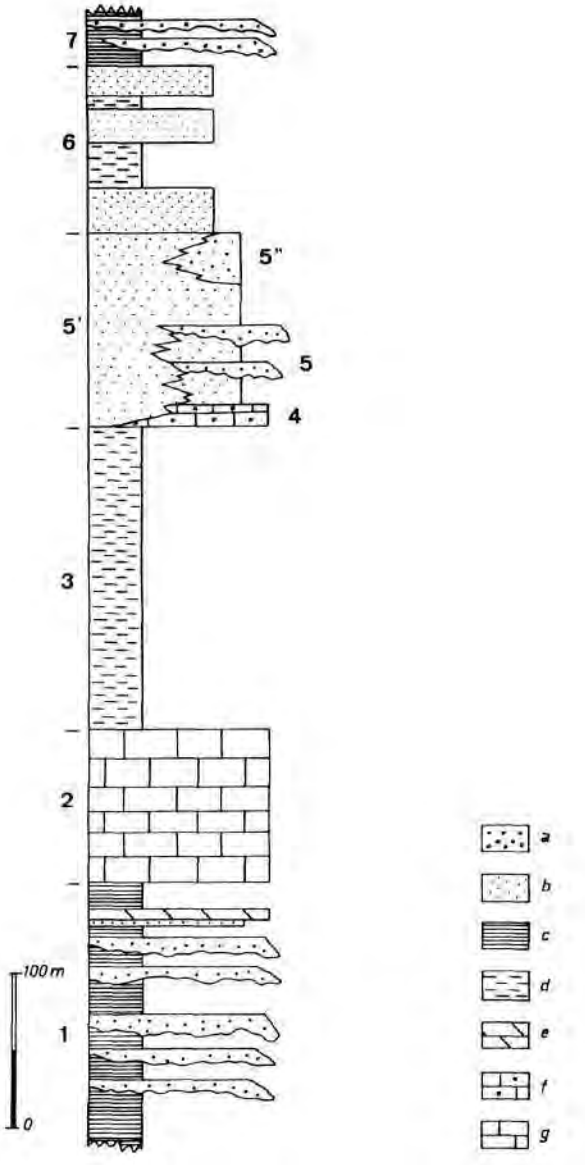


Fig.4. Sèrie sintètica del Paleogen de les vores del massís de les Gavarres. Llegenda, 1: Argiles i llims vermells amb conglomerats, sorrenques i dolomies, 2: Calcàries organògenes, 3: Margues i argiles, 4: Conglomerats i calcàries vermelles, 5: Sorrenques amb intercalacions de conglomerats, 5': Sorrenques massives amb glauconita, 5": Sorrenques de gra gros sense glauconita, 6: Sorrenques calcàries i argiles, 7: Llims i argiles vermelles amb sorrenques i conglomerats. Materials, a: Conglomerats, b: Sorrenques, c: Argiles i llims, d: Margues i argiles, e: Dolomies, f: Calcàries arenoses, g: Calcàries.

pics fòssils d'aquesta formació: el gasteròpode «Bulimus» *Vidaliella gerundensis* (VIDAL). A la vall de Sant Daniel (Girona) i al sud del mas Garriga (Juià), a la part alta de la sèrie es troba un nivell compost d'arcoses de gra gros, microconglomerats i dolomies, de fins a 10 m de potència.

El gruix total d'aquesta formació és de quasi 200 m a la vall de Sant Daniel (Girona) (PALLÍ, 1972). Ambientalment s'interpreta com un conjunt de dipòsits continentals formats per la coalescència de ventalls al.luvials adossats al marge de zones muntanyoses. El conjunt arcòsic-dolomític de la part alta de la successió és degut al retreballament dels ventalls al.luvials en un medi costaner.

L'edat de tot aquest conjunt és del Cuisià, si bé la part alta pot correspondre ja al Lutecià inferior, ja que els materials situats immediatament per damunt d'aquest nivell tenen fauna del Lutecià superior.

4.2.1.2.- Eocè

Els sediments estrictament eocènics són més variats quant a composició i origen que els anteriors, i poden ser diferenciades un seguit d'unitats litològiques ja definides, en part, com a formacions per autors anteriors (GICH, 1969; FERRER, 1971; PALLÍ, 1972). L'abundant registre fòssil present en molts dels nivells de la sèrie eocena permet caracteritzar i acotar temporalment amb detall aquests sediments. De més antic a més modern, la successió de materials de l'Eocè és la que es descriu tot seguit.

a) Calcàries organògenes

Els primers sediments eocènics, netament marins, corresponen a la Formació Girona (PALLÍ, 1972), composta per calcàries organògenes, a vegades detrítiques, de color gris. Afloren sobre els materials de la Formació Pontils, des de la muntanya Seca (Sant Feliu de Boada) fins a la Creueta (Quart). La potència del conjunt calcari és d'uns 110 m a les rodalies de Girona. El contingut paleontològic i les característiques litològiques indiquen que aquest nivell es va dipositar en una plataforma continental carbonatada molt somera. L'edat d'aquest conjunt calcari va del Lutecià superior al Biarritzià inferior.

b) Margues i argiles blaves

Amb el nom de Formació Banyoles (PALLÍ, 1972) es designa un conjunt de margues i argiles de color blau amb intercalacions de calcàries margoses i de calcàries bioclàstiques, que es localitzen des dels Puntanals (Sant Feliu de Boada), a l'est, fins a Sarrià de Ter, a l'oest, al límit de la zona estudiada. Cap a la part alta de la successió apareixen capes de sorrenques de gra fi. El gruix de la Formació Banyoles és variable, assolint 36 m a Fonteta, 110 m a Sant Climent de Peralta i 230 m a Celrà (PALLÍ, 1972). Es tracta d'un cos sedimentari dipositat en una plataforma conti-

nental poc profunda on només arribaven aportaments de terrígens de granulometria molt fina. El contingut paleontològic permet datar aquest nivell entre el Lutecià superior i el Biarritzià inferior.

c) Conglomerats i calcàries vermelles

És un conjunt compost de conglomerats i calcàries arenoses que se situa entre els sediments margosos i carbonàtics de la Formació Banyoles i els materials detrítics del Membre Barcons de la Formació Rocacorba. Aflora entre Sant Feliu de Boada i Santa Susanna de Peralta, a les rodalies de Fonteta i a l'oest de Madremanya. A la zona de Sant Feliu de Boada, a la vora nord del massís de les Gavarres, enllaçant ja amb el corredor de Palafrugell, afloren uns 12 m de calcàries arenoses amb laminacions bimodals i intercalacions de conglomerats, disposades sobre la Formació Banyoles. A Santa Susanna de Peralta hi ha més de 6 m de calcàries noduloses també damunt les argiles i margues. A Fonteta la potència de les calcàries arenoses vermelles supera els 5,5 m. Finalment, a l'oest de Madremanya les calcàries no excedeixen de 6 m de gruix. El contingut fòssil, molt retreballat, d'aquestes capes, no permet una datació precisa. Probablement pertanyen al Biarritzià inferior, ja que es troben sobre sediments d'aquesta mateixa edat. Cal tenir en compte que els materials suprajacents han estat datats també del Biarritzià. Ambientalment s'interpreta aquest conjunt com a un cos sedimentari dipositat en un medi costaner amb una certa influència mareal.

d) Sorrenques del Membre Barcons

El Membre Barcons (GICH, 1969) de la Formació Rocacorba (PALLÍ, 1972) està constituït a la zona d'estudi per tres nivells diferenciables per la seva litologia. De base a sostre són els següents:

1) Sorrenques arcòsiques massives de gra gros amb intercalacions de conglomerats. Aflora al límit amb el corredor de Palafrugell i entre Sant Sadurní de l'Heura i Cruïlles. Es disposa sempre damunt el nivell de conglomerats i calcàries vermelles, excepte on aquest no aflora, que aleshores ho fa sobre les margues i argiles de la Formació Banyoles. A la llera de la riera Grossa de Llofriu (Palafrugell), dins del corredor de Palafrugell, s'han mesurat 56 m d'aquest nivell, no havent estat observada cap mena de resta fossilitzada. Es tracta d'un cos sedimentari detrític que correspon a la part més proximal d'un delta.

2) Sorrenques arcòsiques massives de gra fi a mitjà, amb un elevat percentatge de glauconita. Localment les sorrenques poden arribar a ser de gra gros i fins i tot microconglomeràtiques. Es un nivell de gran extensió areal, present des de Llofriu (Palafrugell) -dins el corredor de Palafrugell- fins a Celrà, si bé els afloraments més extensos es troben

a Sarrià de Ter, fora de la zona estudiada. Se situa sobre diverses litologies, podent aparèixer damunt la Formació Banyoles, recobrint els conglomerats i calcàries vermelles o sobre les sorrenques arcòsiques, en funció de quin sigui el nivell estratigràfic més alt aflorant en cada indret. Així, a Celrà se situa sobre les argiles i margues de la Formació Banyoles, igual que a Sant Martí Vell; a Sant Climent de Peralta es localitza damunt les calcàries vermelles; i a Llofriu (Palafrugell), a Torrent i a Sant Sadurní de l'Heura es troba damunt les sorrenques arcòsiques. A la riera Grossa de Llofriu (Palafrugell) aquest nivell fa 12 m de gruix total. A Sant Climent de Peralta en fa més de 15 m. Finalment, a Celrà afloren 72 m, però no apareix el sostre. Presenta alguns fòssils a la base, que assenyalen una edat del Biarritzià, essent la resta de successió totalment azoïca. Ambientalment, aquest nivell ha estat interpretat com un gran canal situat a la part frontal del sistema deltaic que constitueix el Membre Barcons (PALLI, 1972).

3) Sorrenques de gra gros sense glauconita. Unicament afloren al corredor de Palafrugell, al límit est de la zona estudiada, concretament entre Llofriu (Palafrugell) i Torrent. Les sorrenques són de gra gros i generalment massives. Localment s'hi observen estratificacions encreuades i pistes de nutrició, com també algunes capes microconglomeràtiques. A la riera Grossa de Llofriu (Palafrugell) s'arriben a mesurar 36 m de sèrie, no aflorant el sostre. Ambientalment formarien part del sistema deltaic que caracteritza el Membre Barcons.

e) Sorrenques calcàries i argiles

Damunt els sediments del Membre Barcons es dipositen en aquesta zona un conjunt de sorrenques calcàries de gra fi i d'argiles de color blau que constitueixen la Formació Igualada (FERRER, 1971). Aflora a les rodalies de Sant Martí Vell, Madremanya, Monells i Sant Sadurní de l'Heura. Es troben sempre sobre les arcoses amb glauconita. El gruix d'aquesta formació és de més de 50 m a Monells i supera els 100 m a Sant Martí Vell. En funció del registre fòssil que presenta, és datable del Biarritzià-Priabonià. Aquest conjunt sedimentari ha estat dipositat en una plataforma continental, a la part distal del sistema deltaic que configura la Formació Rocacorba (PALLÍ, 1972).

Sobre la Formació Igualada es localitza un nivell discontinu de calcàries amb coralls anomenat Formació Tossa (FERRER, 1971). Aquestes calcàries es troben a les rodalies de Sant Martí Vell i de la Pera, fora de la zona estudiada.

f) Llims i argiles vermelles amb intercalacions de sorrenques i de conglomerats.

Tancant la sedimentació paleògena en aquesta zona es localitza a les

rodalies de Sant Martí Vell un conjunt de dipòsits continentals coneguts com a Formació Artés (FERRER, 1971), que es disposa damunt els sediments de la Formació Igualada. Està constituïda per llims i argiles, de color vermell o marronós, amb intercalacions de sorrenques i de conglomerats. La potència d'aquest tram supera els 20 m. Es tracta de dipòsits continentals representatius d'un medi fluvial, on les fàcies sorrenques i conglomeràtiques corresponen als canals, i les llimolítiques i argiloses a les de desbordament dels canals.

4.2.2.- NEOGEN

Els dipòsits del Neogen se situen al nord de les Gavarres, entre la Bisbal i Medinyà. També ocupen part del límit amb la depressió de la Selva, des de Quart fins a prop de Llagostera. Es disposen de forma discordant damunt dels materials paleozoics i paleògens, reblint les conques creades com a conseqüència de la fase tectònica distensiva iniciada en aquest període, la qual és també responsable d'una important activitat volcànica. Així, els dipòsits del Neogen es localitzen a les depressions de la plana de l'Empordà i de la Selva. En aquestes zones deprimides s'instal.là un sistema de ventalls al.luvials adossat al marge de les Gavarres, que ràpidament va omplir-les de materials detrítics provinents de l'esmentat massís. En indrets allunyats dels marges de les conques es desenvoluparen zones lacustres, on la vegetació i la fauna eren abundoses.

La distinció entre els sediments miocènics i pliocènics d'aquesta zona és complicada, atès que les seves fàcies sedimentàries són molt semblants. D'altra banda, les escasses troballes de fòssils, sovint sense situar en una columna estratigràfica, no permeten fer una bioestratigrafia precisa de cap nivell (Fig.5).

4.2.2.1.- Miocè

Al Miocè s'atribueixen els materials argilosos explotats a les terreres de Vaca Morta (Cruïlles-Corçà), on s'han localitzat alguns restes de mamífers d'aquest període. La successió estratigràfica està formada per una alternança de dipòsits argilosos i de nivells detrítics grollers lenticulars i canaliformes, amb alguns nivells de paleosòls intercalats. És en aquests nivells de paleosòls on es troben els fòssils de vertebrats. Cap a la part baixa de la successió observable es localitza un nivell d'argiles blaves de 3 a 5 m de gruix amb fauna de gasteròpodes d'aigua dolça, que correspon a un dipòsit lacustre. Els materials de la zona de Vaca Morta han estat datats del Vallesià a partir de les restes de mamífers que s'hi han localitzat. Destaquen entre d'altres: *Deinotherium laevius* JOURD, *Deinotherium giganteum* KAUP, *Hipparion* sp. i *Megacricetodon* cfr. *ibericus* (SCHAUB), esmentats per GOLPE (1974), GIBERT *et al.* (1979) i ROQUÉ (1993).

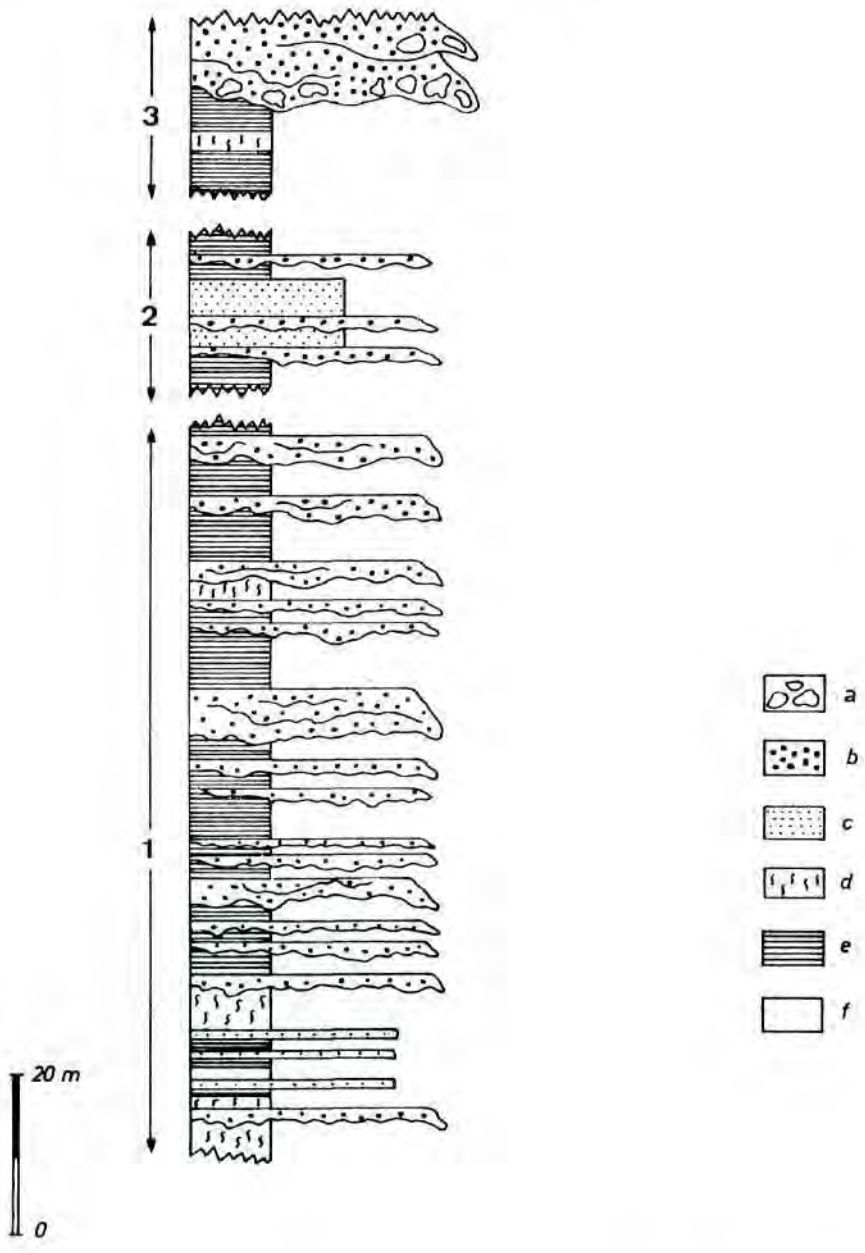


Fig.5. Sèrie sintètica del Neogen de les vores del massís deles Gavarres. Llegenda, 1: Miocè (Vallesià), 2: Miocè (Turolià), 3: Pliocè superior. Materials, a: Grans blocs, b: Graves, c: Sorres, d: Paleosòls, e: Argiles, f: Argiles blaves.

La potència màxima que ha pogut ser mesurada en els sediments miocènics de la zona de les terreres de Vaca Morta és de 87 m, sobre els quals es troba ja el Pliocè discordant. No aflora la base de la successió. El nivell lacustre es troba a uns 77 m del sostre, i a uns 5 m sobre aquest es localitza un paleosòl amb restes de vertebrats, entre els quals hi ha *Deinotherium giganteum* KAUP (ROQUE, 1993).

Les fàcies canaliformes detrítiques s'interpreten com a dipositades per un conjunt de ventalls al.luvials amb l'àrea font molt propera, probablement situada al massís de les Gavarres. Les argiles s'acumularien a la plana d'inundació en moments de crescuda i posteriorment es veurien afectades pels processos pedogenètics. Localment, a les zones més deprimides, s'establirien petites llacunes.

Al vessant oriental de la muntanya de Sant Julià de Ramis afloren sediments neògens que probablement corresponen al Miocè. Es tracta de sorres i argiles amb esporàdiques intercalacions de canals de graves poc potents. Alguns nivells argilosos presenten nòduls de carbonat i fragments d'ossos, pel que són interpretats com a dipòsits de paleosòls. Tot aquest conjunt de sediments correspon, probablement, al Turolià, atesa la semblança que presenten aquests materials amb els d'Olivars (Sant Julià de Ramis), fora de la zona estudiada, on han estat datats per GIBERT *et al.* (1979) segons el seu contingut en vertebrats. D'altra banda, VILLALTA i LLOMPART (1981), daten del Pliocè els sediments neògens de Medinyà, molt propers al jaciment estudiat per GIBERT *et al.* (1979), per la presència de *Mammut borsoni* (HAYS). En qualsevol cas, són materials més moderns que els de Vaca Morta i representen fàcies més distals respecte l'àrea font.

Finalment, cal assenyalar l'existència del Miocè sota els dipòsits al.luvials de l'Onyar a la ciutat de Girona, demostrada per la troballa de *Deinotherium giganteum* KAUP (VILLALTA i PALLÍ, 1973).

4.2.2.2.- Pliocè

Els sediments atribuïts al Pliocè afloren extensament a les vores nord i oest del massís de les Gavarres, disposant-se discordantment damunt dels materials del Paleozoic, del Paleogen i del Miocè. Ocupen, per tant, les zones proximals de les depressions de la Selva i de l'Empordà, com també petites conques internes, com la del pla de Banyeres (Sant Sadurní de l'Heura).

A la vora nord de les Gavarres apareixen fàcies detrítiques grolleres compostes per graves provinents sobretot del desmantellament del massís paleozoic, amb algunes aportacions de materials paleògens i dels aparells volcànics miocens. A les zones més proximals hi ha grans blocs que arriben a superar els 2 m de diàmetre. Sol haver-hi una relació directa

entre la composició dominant dels còdols i els materials aflorants a les zones properes, fet que ens assenyala la proximitat de l'àrea font de la majoria dels elements detrítics. La presència de còdols de lidita, de fins a 15 cm de diàmetre, material que no aflora a les Gavarres, es pot explicar per la presència d'aportacions provinents de zones més allunyades, o per l'erosió total de nivells amb lidites existents a les Gavarres. Sovint els còdols es troben empastats en una matriu argilosa vermellosa. A les rodalies de Celrà i de Juià les capes pliocèniques han estat cimentades per carbonats, formant-se conglomerats i sorrenques. A les àrees més distals els materials són relativament més fins, intercalant-se amb els canals de graves diversos nivells de sorres i d'argiles marronoses amb nòduls i crostes de carbonat. En alguns d'aquests paleosòls hi ha fauna de vertebrats, concretament a les rodalies de Celrà i de Sant Martí Vell.

A la vora oest de les Gavarres, al límit amb la depressió de la Selva, els sediments pliocènics són en general de granulometria més fina que al marge empordanès. Així, a les rodalies de Quart estan compostos per argiles vermelles amb intercalacions de sorres i de graves amb còdols petits. A les zones més proximals, com al sud de Llambilles, hi ha graves amb còdols de fins a 20 cm de diàmetre. Localment dominen les sorres arcòsiques provinents de l'alteració de les roques plutòniques, tal com succeeix als voltants de Cassà de la Selva. A Palau sacosta (Girona), fora de la zona estudiada, es localitzen unes argiles amb abundants mol.luscs d'aigua dolça i vertebrats, datades del Pliocè i ja esmentades als treballs de VIDAL (1886), SOLÉ SABARÍS i LLOPIS LLADÓ (1939) i MARCET RIBA i SOLÉ SABARÍS (1949), entre altres.

La potència dels dipòsits pliocènics supera els 20 m a les rodalies de Sant Martí Vell, on se situa discordantment sobre una colada basàltica. A Celrà s'han mesurat 15,5 m de sèrie sobre el Paleozoic.

Com els sediments miocènics, els del Pliocè corresponen a un sistema de ventalls al.luvials amb l'àrea font situada al massís de les Gavarres. A les zones distals dels ventalls la granulometria és més fina, dipositant-se argila en moments de desbordament dels canals i desenvolupant-s'hi processos de formació de sòls. Temporalment corresponen al Pliocè superior, ja que en altres indrets es disposen discordantment per damunt de sediments marins del Pliocè mitjà-superior.

4.3.- QUATERNARI

Els dipòsits quaternaris presents a les Gavarres són de composició i gènesi diversa. Es troben sobretot a les depressions tectòniques que circumden el massís, on assoleixen un gruix important, com també al peu dels relleus muntanyosos i reblint les valls més amples. Es localitzen

també, amb menys espessor, en tossols i planells, on són aprofitats com a camps de conreu.

Els materials acumulats al llarg del Quaternari en aquesta zona són subdividibles en 5 conjunts atenent al seu origen. Vegem-los per separat.

4.3.1.- DIPÒSITS DE GÈNESI AL.LUVIAL

Es tracta de materials transportats i dipositats pels cursos d'aigua enllitats. Atenent la seva posició topogràfica, es diferencien, per una banda, els aports al.luvials antics, corresponents a les terrasses fluvials aixecades a diferents alçades respecte al nivell dels rius actuals. Per altra banda, hi ha els sediments més recents que constitueixen pròpiament el llit dels rius. A més, cal assenyalar la presència d'acumulacions de sediments d'origen mixt, al.luvial-col.luvial.

4.3.1.1.- Dipòsits al.luvials antics

Apareixen, en forma de terrasses esglaonades, al curs mitjà del riu Ter, on han estat estudiats detalladament per PALLÍ (1976b i 1982), com també al dels seus afluents Onyar, Terri, riera de Palagret i riera de Sant Martí Vell.

Si bé la terrassa situada a +85 m (T4) es troba a Sarrià deTer, molt a prop de la zona estudiada, la més alta present al massís de les Gavarres (T3') es situa a la seva riba dreta, a uns 60 m sobre el curs actual, prop de Campdorà i de la Torre de Sant Lluís (Girona). A Campdorà, on aflora més bé, està constituïda per graves i sorres, parcialment cimentades a la part alta de la terrassa. A les rodalies de la Torre de Sant Lluís, a la muntanya de Montjuïc, només afloren graves.

A la mateixa riba dreta del Ter, a les rodalies de Campdorà (Girona), hi ha una altra terrassa, situada a 45 m d'alçada sobre el riu (T3), la qual es troba més ben desenvolupada a la riba esquerra, fora de la zona estudiada. Està formada, a la base, per graves sense cimentar, mentre que a la part alta hi ha una alternança de llims argilosos rogencs i grocs, separats per zones de calcificació.

A uns 20 m per damunt del llit del Ter es localitza a les rodalies de Campdorà i de Girona una altra terrassa (T2'), situada a la riba dreta del riu. Apareix també sobre l'Onyar, entre Vila-Roja (Girona) i Palol d'Onyar (Quart), com també al riu Terri, a l'oest de Medinyà. Està composta per graves, sorres i llims, a vegades associats a argiles amb còdols.

La darrera terrassa fluvial antiga (T2) es troba a uns 8 m sobre el nivell del riu actual, tant a la riba dreta com a l'esquerra de l'Onyar, del Ter i del Terri, ocupant una gran extensió. Es localitza també en valls més petites, com les de les rieres de Palegret i de Sant Martí Vell, ja a l'interior de la zona muntanyosa. No es troba al curs final d'aquestes rieres, on la seva posició és ocupada pel glacis de Celrà, que n'és contemporani. Està for-

mada per graves a la base i, al sostre, per un nivell de llims i argiles amb còdols, sense crostes calcàries.

L'edat d'aquestes terrasses és del Plistocè superior a mitjà, i és difícil d'establir-la de forma més concloent, perquè a cap lloc no s'han trobat restes faunístiques. ROQUÉ (1993) assigna a la terrassa +8 m (T2) una mica més de 90.000 anys d'antiguitat, és a dir, l'atribueix al Riss. Les altres terrasses són lògicament anteriors a la T2; poden correspondre al Riss (T2') i al Mindel (T3 i T3'). El Günz estaria representat, possiblement, per la terrassa +85 m (T4), situada fora de la zona estudiada.

4.3.1.2.- Dipòsits al.luvials actuals i subactuals

Constitueixen la plana al.luvial dels rius i rieres que solquen les depressions circumdants a les Gavarres. Tant el gruix com l'extensió són variables: ambdós són més grans als cursos de cabal important. Litològicament estan formats per graves, sorres, llims i argiles sense consolidar.

Al Ter, a l'Onyar i al Terri, i també als trams finals dels cursos de les rieres de Celrè, de Sant Martí Vell i de Palagret, és possible diferenciar dos nivells dins l'al.luvial recent. Per un costat hi ha els materials de la llera actual, que són remoguts i transportats avui en dia corrent avall, els quals anomenem terrassa T0. Per l'altre, hi ha els sediments al.luvials més antics, en els quals s'encaixen els cursos actuals, que donen lloc a una terrassa aixecada de +3 a +5 m per sobre d'ells, a la qual donem el nom de T1. Si bé l'edat d'aquests materials és majoritàriament holocena, la terrassa T1, situada de +3 a +5 m sobre el curs actual pot arribar a ser del Plistocè superior (Würm).

4.3.1.3.- Dipòsits al.luvials-col.luvials

A les valls que penetren a l'interior de les zones muntanyoses, i a les rieres de poc cabal, és freqüent trobar-hi barrejats els aports al.luvials de la pròpia llera amb materials d'origen col.luvial procedent dels vessants. Aquests dipòsits, que anomenem al.luvials-col.luvials, estan constituïts per graves, sorres, llims i argiles, junt amb fragments angulosos de roca. Cronològicament cal situar aquests dipòsits en un lapse de temps comprès entre el Plistocè superior i l'Holocè.

4.3.2.- DIPÒSITS DE GÈNESI COL.LUVIAL

Es tracta de materials originats pel desmantellament dels vessants, els quals s'acumulen al peu dels contraforts de les àrees muntanyoses i omplen parcialment les valls que les travessen. En funció de la seva constitució litològica és possible diferenciar algunes tipologies especials dins dels dipòsits de vessant. Així, hi ha un conjunt important de materials col.luvials que apareixen associats a crostes i a nòduls de carbonat de calci. D'altres, menys freqüents, estan barrejats amb piroclastos. Final-

ment, a les zones més enlairades de les Gavarres es localitzen dipòsits de vessant constituïts dominantment per còdols gelivats.

4.3.2.1.- Dipòsits col.luvials indiferenciats

Són els sediments quaternaris més abundants tant a l'interior de les zones muntanyoses com al contacte amb les depressions circumdants. La seva litologia es caracteritza per la presència de còdols angulosos o subangulosos immergits dins una matriu argilosa o llimosa. La composició dels clastos és quasi sempre la mateixa que la de les roques damunt les quals es troba el dipòsit. Localment s'observen trossos de ceràmica, de diverses èpoques històriques, englobats a l'interior dels materials col.luvials. El gruix dels dipòsits és en general inferior a mig metre, però augmenta pendent avall, i pot arribar a ser considerable -fins a 8 m- a les vores de les rieres. A les zones més planes de l'interior del massís de les Gavarres, com també en algunes de les depressions circumdants, és freqüent trobar dipòsits de gènesi eluvial, poc potents, més o menys barrejats amb materials d'origen col.luvial. Estan formats essencialment per llims i argiles vermelloses, amb intercalacions de còdols angulosos que augmenten en nombre en apropar-nos als vessants. Si bé la major part dels dipòsits col.luvials i col.luvials-eluvials són holocens, com ho demostra la presència de fragments de ceràmica dins ells, és probable que alguns es remuntin fins al Plistocè superior.

4.3.2.2.- Dipòsits col.luvials amb nòduls i crostes de carbonat

Aquests dipòsits són molt freqüents en el vessant oriental de les Gavarres, sobretot en el sector comprès entre Mont-ras i Platja d'Aro. Així, és possible observar-los a Vall-llobrega, a la vila de Calonge, a la Torre Valentina (Calonge), a Treumal (Calonge) i al Clot de la Dona Morta (Calonge), entre altres indrets. Són presents també a la muntanya del Congost (Celrà), a la creu del mas Garriga (Celrà), a les rodalies de la font d'en Bota (Celrà), a la muntanya dels Boscals (Sant Martí Vell), a les rodalies de Cruïlles, a can Pica (la Bisbal) i al sud de Llofriu (Palafrugell). Cal assenyalar una característica important d'aquests dipòsits: apareixen sempre en vessants orientats al sud, independentment de la constitució litològica del terreny. Únicament a les rodalies de Celrà i Sant Martí Vell es troben ben desenvolupats en vessants orientats a l'est. Les altures a què apareixen oscil.len entre els 250 m de les rodalies de la font d'en Bota (Celrà) i els poc més de 10 m de la Torre Valentina (Calonge).

Des d'un punt de vista litològic es tracta de dipòsits compostos essencialment per llims, amb un cert contingut d'argiles i de sorres fines, i de còdols angulosos. El seu tret més característic és, però, la presència de nòduls de carbonat de calci. Aquests nòduls poden trobar-se dispersos o

bé agrupats formant crostes de fins a un metre de potència. La forma dels nòduls és diversa; se n'observen d'esferoïdals, de prismàtics, de plans i de totalment irregulars. Les crostes són també variables quant a forma i potència. Majoritàriament estan constituïdes per una agrupació de nòduls esferoïdals i prismàtics. Localment s'observen, sota les crostes, plaques de carbonat dipositades a l'interior de diàclasis subverticals de la roca subjacent (vila de Calonge, en granodiorites).

A la Torre Valentina els dipòsits col.luvials amb carbonats tenen algunes característiques diferents, podent-se establir en ells la següent successió estratigràfica de base a sostre: a) llims i argiles vermelles amb nòduls de carbonat petits, de forma esferoïdal. La potència observada és de 0,5 m; b) sorres fines i llims groguencs, molt carbonatats (53% del pes total). Hi ha molts nòduls calcaris de forma irregular, de fins 2 cm de diàmetre, i concrecions calcàries cilíndriques amb l'interior buit, de 1 mm de diàmetre i de 2 a 5 cm de longitud. El seu gruix és de 2 m. c) crosta calcària acintada de 0,25 m d'espessor. d) llims i argiles vermelles, equivalents al nivell més baix de la sèrie. Hi ha còdols angulosos de fins 3 cm de diàmetre, i nòduls de carbonat esferoïdals i prismàtics, més abundants a la part alta del nivell. Assoleix una potència màxima de 5 m.

Nivells idèntics a aquests es troben sobre la terrassa T3 (+45m) del Ter a Girona, fora de la zona estudiada (PALLÍ, 1976b). Són, així mateix, similars als dipòsits cíclics A,B,C de les rodalies de Barcelona (SOLÉ SABARÍS, 1963) i altres zones mediterrànies (MARCET RIBA, 1953). Les característiques d'aquests materials i el fet que es trobin sota dipòsits de cons de dejecció i acumulacions de materials col.luvials de l'Holocè i Plistocè superior, fa que se'ls hagi de considerar sediments antics, formats sota unes condicions climàtiques particulars. Com es troben damunt la terrassa T3 a Girona, que atribuïm al Mindel, i no apareixen a les terrasses inferiors, considerem que s'han format, almenys en part, entre el Mindel i el període interglacial Mindel-Riss. D'altra banda, a la Creu del mas Garriga (Celrà) es troben just a sota unes acumulacions de piroclastos datades de fa 105.000 anys (Riss-Würm). Es possible, per tant, que s'hagin format també entre el Riss i l'interglacial Riss-Würm, edat que ha estat assignada a dipòsits similars localitzats a les rodalies de Barcelona (SOLÉ SABARÍS, 1963). Cal assenyalar que MÜCHER *et al.* (1990) atribueixen al Riss i al Würm uns sediments similars localitzats a les rodalies d'Anglès.

La gènesi d'aquests sediments ha tingut lloc sota diferents condicions climàtiques. Les sorres fines i els llims corresponen a dipòsits eòlics, generats durant una fase de clima sec i fred, que cal fer correspondre amb els màxims glacials Mindel i Riss. Es tracta doncs de dipòsits de loess,

acumulats preferentment als vessants orientats a migjorn, fet que ens indueix a pensar que els vents dominants provenien del nord. Les crostes i els nòduls calcaris, han estat generats per processos pedogenètics físicoquímics i bioquímics de carbonatació secundària, que han tingut lloc en unes condicions de clima semiàrid amb un cert grau d'humitat. Aquestes condicions s'han assolit durant els períodes interglacials. Els carbonats es poden haver format a partir dels llims calcaris, transportats pel vent des de contrades llunyanes; o es poden haver desenvolupat mitjançant el diòxid de carboni atmosfèric i el calci provinent de l'alteració de les plagiòclasis dels granitoides. En els mateixos períodes interglacials, però sota unes condicions climàtiques més humides, s'han desenvolupat uns altres processos pedogenètics, responsables de la rubefacció dels llims i d'una certa redistribució dels carbonats. A més, l'augment de les precipitacions ha afavorit el retreballament dels dipòsits de loess, fet que explica la presència de còdols angulosos al seu interior.

4.3.2.3.- Dipòsits col.luvials-piroclàstics

Afloren únicament a la Creu del mas Garriga (Celrà), on estan formats per un seguit de capes centimètriques de piroclastos gens rodats, les quals apareixen interestratificades amb nivells constituïts per grans de quars i per material volcànic molt arrodonit. La potència total del dipòsit no supera els tres metres, i la seva extensió areal és també molt reduïda. Aquests piroclastos es troben damunt un dipòsit de llims vermells amb nòduls i crostes de carbonat de calci, clarament anteriors. A can Garriga (Sant Julià de Ramis), piroclastos similars a aquests han estat datats de fa uns 105.000 anys, mitjançant estudis paleomagnètics (CARBONELL *et al.*, 1992).

4.3.2.4.- Dipòsits col.luvials-periglacials

A les rodalies de les serres del puig d'Arques (Cruïlles), del puig del Suro Robat (Quart) i dels Àngels (Sant Marí Vell) es localitzen acumulacions importants de còdols gelivats, sobretot a les valls orientades al nord, que sovint arriben fins a la part alta de les carenes, on es troben associades a sortints rocosos irregulars. Localment s'observen, en aquestes mateixes zones, dipòsits de solifluxió formats per còdols disposats paral.lelament els uns als altres, molt retocats per processos actuals de vessant. Les altures a què apareixen les acumulacions de gelifractes oscil.len entre 500 i 350 m a la serra del puig d'Arques (Cruïlles), entre 400 i 200 m a les rodalies del puig del Suro Robat (Quart), i entre 450 i 200 m a la dels Àngels (Sant Martí Vell). Els dipòsits de solifluxió es localitzen majoritàriament entre 350 i 300 m a la capçalera de la riera de Valldemià (Sant Martí Vell), als contraforts septentrionals de la serra dels Àngels (Sant Martí Vell). També es troben als vessants meridionals de la

mateixa serra, a les rodalies de can Llac (Sant Martí Vell), on ja van ser observats per SALA (1979). Unes i altres acumulacions han estat generades per processos de glaç-desglaç intensos, sota unes condicions climàtiques més fredes que les actuals. Probablement corresponen al darrer màxim glacial (Würm III), moment en què les zones més enlairades de les Gavarres haurien estat sotmeses a un ambient periglacial.

4.3.3.- DIPÒSITS DE DEJECCIÓ

Es tracta de dipòsits que els torrents de curs rost acumulen en arribar a una zona relativament plana. La forma d'aquestes acumulacions és en ventall, amb el vèrtex situat cap a la timbera. Dins els dipòsits de dejecció han estat diferenciats els cons de dejecció i els glacis d'acumulació.

4.3.3.1.- Cons de dejecció

Els més importants es localitzen en tres zones concretes: adossats al marge oest del corredor de Palafrugell; al marge est de la vall de Calonge; i a la riba esquerra del riu Ridaura. Uns pocs, de dimensions molt petites, apareixen a les rodalies de Campdorà (Girona) i de la Creueta (Quart).

Els cons del corredor de Palafrugell es disposen, amb el vèrtex orientat cap a ponent, al peu de rieres que tenen una conca de drenatge gran, excepte els de Sant Feliu de Boada i de Torrentí (Torrent) que la tenen molt reduïda. S'han identificat, de nord a sud, els cons de Sant Feliu de Boada, de Torrentí (Torrent), de la riera de can Sàbat (Torrent), de la riera de la Bonida (entre Torrent i Palafrugell), de Llofriu (Palafrugell), del Torrentbó (Mont-ras), de Vall-llobrega i de Bell-lloc (Palamós). Els pendents mesurats en aquests dipòsits se situen entre el 2,5% i el 3%; l'amplada més freqüent és d'1 km i la llargada mitjana de 1,5 km. La potència que assoleixen ha pogut ser determinada a Llofriu (Palafrugell), on oscil.la entre 6 i 12 m.

A la vall de Calonge, tenen el vèrtex disposat vers el nord-est, havent estat fornits, excepte pel cas del rec Madral, per rieres de poc recorregut i d'escassa conca de drenatge. Els dipòsits dels diferents cons s'interdigiten entre ells a la part baixa de la vall, donant lloc a una franja de materials de dejecció que s'estén al llarg de 3,5 km i que assoleix un ample màxim d'1 km. Els pendents mesurats són de l'ordre del 3,5%, i el gruix màxim és d'uns 10 m.

Els cons de la vall del Ridaura se situen al seu marge septentrional, amb el vèrtex orientat al nord. Els dipòsits s'amalgamen a la part baixa, constituint una faixa de 7,5 km de llargada que s'estén des de Platja d'Aro fins més enllà de la riera de Salenys (Llagostera). L'amplada màxima que assoleix aquesta faixa és d'1 km. Es troben al peu de rieres que solen tenir una gran conca de recepció, com les de Salenys (entre Llagostera i Santa Cristina d'Aro), de can Bou (Santa Cristina d'Aro) i de Ca-

nyet (entre Santa Cristina i Castell d'Aro). Als vessants del puig Romaní (Castell d'Aro), però, els cons són fornits per rieres que a penes si tenen conca de drenatge. El pendent mesurat en aquest sector oscil.la entre el 2,5% i el 6,5%.

Els dipòsits d'aquests cons de dejecció estan compostos per argiles, llims, sorres i còdols o blocs subarrodonits, que poden arribar a ser de diàmetre molt gran a la part més propera al vèrtex (s'han observat blocs de fins a 3 m de diàmetre als cons de Calonge). La granulometria esdevé més fina pendent avall, fins arribar a ser dominantment llimolítica i argilosa, amb algunes passades intercalades de còdols de diàmetre petit.

Es tracta de dipòsits més moderns que els llims vermells amb nòduls i crostes de carbonat de calci, sobre els quals apareixen a la vall de Calonge, Vall-llobrega i Mont-ras. D'altra banda, els cons de Campdorà (Girona) són posteriors a la terrassa T2, sobre la que es troben. Finalment, cal assenyalar que les lleres actuals s'hi encaixen alguns metres, i arriben, en alguns llocs, a tallar-los fins a la base. Aquestes dades permeten assegurar que han estat dipositats amb posterioritat a l'interglacial Riss-Würm. Cal doncs, situar-los en un lapse de temps que va del Plistocè superior a l'Holocè.

Pel que fa al seu origen, a excepció dels petits cons de Campdorà (Girona) i de la Creueta (Quart), se situen sempre en els marges de depressions tectòniques, sobre falles associades a escarpaments importants. El moviment d'aquests accidents tectònics durant el Quaternari deu haver creat o fet augmentar d'alçada l'escarpament, al peu del qual els torrents provinents de la zona enlairada han dipositat els diferents cons de dejecció.

4.3.3.2.- Glacis d'acumulació

Presenten un desenvolupament superficial superior als cons de dejecció i un pendent més suau, entorn del 1,5%. Es localitzen a les rodalies de Celrà i de Fonteta, al marge amb la plana empordanesa, i als voltants de Vila-Roja (Girona), al contacte amb la depressió de la Selva.

El glacis de Celrà es disposa amb pendent cap al nord. Està compost per argiles vermelles amb còdols parcialment arrodonits. Localment hi ha intercalades crostes calcàries discontínues de poca espessor, com als voltants del veïnat de la Costa (Juià). També s'observen indentacions d'aports al.luvials, més freqüents prop dels dipòsits de la terrassa T2, a la que passa de forma transicional, vers el nord. La potència observada no supera mai els 10 m. Es un dipòsit contemporani amb la terrassa T2 del Ter, mentre que és dissectat pels dipòsits al.luvials de les terrasses T1 i To. D'això es dedueix que l'edat és del Plistocè superior, en concret correspon al Riss.

El glacis de Fonteta també es disposa amb pendent cap al nord. Com l'anterior, està compost per argiles vermelloses amb còdols subarrodonits, a les quals s'intercalen alguns cossos lenticulars de graves. Les rieres actuals s'encaixen alguns metres en aquest glacis d'acumulació, que atribuïm al Riss atesa la similitud litològica i morfològica que té amb el de Celrà.

El glacis de Vila-Roja (Girona), molt desmantellat, s'orienta cap a ponent. Com els anteriors, està constituït per argiles vermelloses amb còdols subarrodonits. Es anterior a la terrassa T1 de l'Onyar, però no és possible determinar les relacions que manté amb terrasses més altes que aquesta. En qualsevol cas, l'intens desmantellament que presenta és degut a la forta incisió dels afluents de l'Onyar en aquesta zona, i pot haver estat format al mateix temps que els glacis de Fonteta i de Celrà, els quals han estat més ben preservats.

4.3.4.- DIPÒSITS MARINS

Es tracta de dipòsits que tenen una estreta relació amb la dinàmica litoral, raó per la qual es troben concentrats a la zona costanera. Tenen un gruix i una extensió areal més gran a les zones de costa baixa, lligades a les depressions tectòniques del corredor de Palafrugell, de la vall de Calonge i de la vall d'Aro. Se'ls troben també, però amb dimensions reduïdes entre Platja d'Aro i la Torre Valentina (Calonge). En funció del seu origen es poden diferenciar els dipòsits pròpiament marins, que constitueixen les platges; les acumulacions de sorra o dunes, que resulten del retreballament eòlic dels materials costaners; i els sediments formats a les zones deprimides litorals, inundades per aigües salobres.

4.3.4.1.- Dipòsits de platges

Són els materials que constitueixen les platges actuals, els quals són acumulats a la línia de costa per la dinàmica litoral. Originàriament provenen dels aportaments de les rieres litorals i, en menor proporció, dels penya-segats costaners. Estan constituïts majoritàriament per sorra i grava, si bé localment poden trobar-se alguns blocs.

A part de les platges actuals existeixen dipòsits de platges antigues, tant submergides com emergides, els quals apareixen puntualment al llarg del litoral de la zona estudiada.

Les platges fòssils emergides es localitzen a la platja de can Cristus o cala Putxet de la Cadira (Calonge), ja esmentada per BARBAZA (1970), i a la platja de ses Torretes (Calonge) ambdues cartografiades per PALLÍ i ROQUÉ (1992a). Es tracta d'un dipòsit de sorres grosses i còdols, situat a uns 2 m sobre el nivell del mar actual. Són dipòsits holocens, que representen un nivell del mar uns pocs metres més alt que l'actual dins el context de la darrera transgressió versiliana.

Platja fòssil. Platja de la Belladona (Calonge)

Les platges submergides, per la seva banda, es localitzen a la cala del Pi (Platja d'Aro) i entre la platja de Belladona i la de Sant Jordi (Calonge). Es tracta de sorrenques de gra gros i conglomerats, aquests darrers situats a la base de la platja. Se situen entre 1 i 5 m per sota del nivell actual del mar, si bé poden arribar a emergir parcialment durant les minves hivernals. Són dipòsits holocens, que cal relacionar amb les darreres pulsacions de la transgressió versiliana.

4.3.4.2.- Dipòsits eòlics litorals

Són les dunes incipients i litorals que s'associen formant un cordó paral.lel a la línia de costa. Estan compostes per sorra mitjana i fina, ben classificada, i per petits fragments de conquilles. A les platges de Palamós, de Sant Antoni de Calonge i de Platja d'Aro, els cordons de dunes litorals han estat soterrats per les construccions turístiques, i no són visibles avui en dia. Les dunes litorals són dipòsits actuals i subactuals, desenvolupats a partir de la construcció, durant la transgressió versiliana (Holocè), dels petits sistemes deltaics de la riera de l'Aubí, de la riera de Calonge i del Ridaura.

4.3.4.3.- Dipòsits de maresma

Són dipòsits lligats a la dinàmica litoral i fluvial, que es localitzen en àrees deprimides situades entre els sediments al.luvials de la desembocadura de les rieres i rius importants, i les acumulacions eòliques i marines de la platja. Típicament es componen de sorres, llims i argiles negroses. Es troben a la platja de Palamós, a la de Sant Antoni de Calonge, a la platja de can Cristus (Calonge) i a Platja d'Aro. Apareixen a una certa profunditat, disposats en forma de tascó entre els nivells detrítics al.luvials. A Sant Antoni de Calonge hi ha dos nivells importants, el primer entre 3 i 8 m de profunditat, i el segon entre 17 i 21 m. A Platja d'Aro

se situen entre 4 i 13 m de profunditat. Com en el cas dels cordons de dunes litorals, cal relacionar aquests dipòsits amb la construcció dels sistemes deltaics durant la transgressió versiliana.

4.3.5.- DIPÒSITS PALUSTRES

Es tracta de materials acumulats en zones continentals inundades per aigües estancades, localitzades en indrets mal drenats on el nivell piezomètric s'arriba a situar per sobre la cota del terreny. Atenent el seu origen, és possible diferenciar els dipòsits d'estancament, propis de les zones pantanoses i dels estanys, i els de sorgència, generats a partir de fonts.

4.3.5.1.- Dipòsits d'estancament

Són dipòsits molt similars, quant a composició i color, als de maresma. Així, estan formats per argiles i llims negrosos, a les quals s'intercalen algunes passades de sorres i de graves d'origen al.luvial. Si bé es localitzen al mas Estanyol (Cruïlles) i a l'oest de la Bisbal (MAS et al., 1989), ambdós a la plana al.luvial del riu Daró, és als voltants de Pals, a l'interior del corredor de Palafrugell, on els dipòsits d'estancament són més abundants. En aquesta zona ocupen una gran superfície, part de la qual és inundada avui en dia artificialment per al conreu de l'arròs. Es tracta de dipòsits molt moderns, de l'Holocè.

4.3.5.2.- Dipòsits de sorgència

Són uns dipòsits peculiars, abastament estudiats per MAS *et al.* (1989). Dins la zona que tractem apareixen al límit entre les Gavarres i el corredor de Palafrugell, en concret entre Sant Feliu i Sant Julià de Boada. Estan formats per llims negrosos amb passades discontínues de travertins. Típicament se situen sobre la cota 20 m. La seva gènesi, com ja assenyalen MAS *et al.* (1989), cal relacionar-la amb l'existència de sorgències d'aigua rica en carbonat de calci, que en vessar pels pendents donaria lloc als dipòsits de travertins. Els llims negrosos es degueren generar a les zones colindants a les sorgències, que devien ser inundades pels aports d'aigua continuats. Són dipòsits holocens, si bé una mica més antics que els d'estancament.

5.- PETROLOGIA

Bona part del massís de les Gavarres està constituït per roques ígnies relacionades amb el gran batòlit que constitueix l'arrel de la serralada Costanera Catalana. D'altra banda, l'emplaçament d'aquestes roques ígnies origina un ampli ventall de roques metamòrfiques.

5.1.- ROQUES ÍGNIES

Es tracta en la seva major part de roques plutòniques, si bé són també

abundants les hipoabisals o filonianes. Molt puntalment es troben afloraments de roques volcàniques.

5.1.1.- ROQUES PLUTÒNIQUES

A les Gavarres afloren grans extensions de roques plutòniques, sobretot a la meitat meridional. Aquestes roques, de composició dominant granodiorítica, formen part del batòlit que va intruir els sediments paleozoics al final de l'orogènia herciniana, concretament entre el Carbonífer superior i el Permià. Els diferents tipus de roques plutòniques aflorants a les Gavarres són els que tot seguit es descriuen.

5.1.1.1.- Diorites

Apareixen en múltiples afloraments de reduïdes dimensions,sempre associats a granodiorites. Es localitzen a Santa Maria del Collet, a Sant Antoni, a la font d'en Ribot, al puig de la Creu i al mas Artigues, tots a Calonge; a Santa Maria de Fenals (Castell d'Aro); al clot dels Verns, a can Riera i a la urbanització mas Nou, tots al terme de Santa Cristina d'Aro; i, finalment, al puig Perals (Palamós).

En general presenten un gra de mida fina a mitjana, un color gris-negrós i una forta alteració. Mineralògicament es composen de plagiòclasi, hornblenda i biotita. Tant el quars com el feldspat potàssic hi són en poca quantitat.

A l'interior de la massa intrusiva granodiorítica són molt abundants els enclavaments melanocràtics -«gabarros»-, idèntics, quant a composició mineralògica i textura, a les diorites. Aquests enclavaments corresponen a restes de la fragmentació d'un cos diorític al si de la granodiorita.

5.1.1.2.- Sienites

Es troben a les urbanitzacions «Rio de Oro» i mas Ambrós de Calonge; a la urbanització Vall-Repós, al mas Reixac i a can Salvador, tots a Santa Cristina d'Aro; i al mas Bota i a can Bassets de Cassà de la Selva. Hi ha molts d'altres petits afloraments, escampats arreu dels afloraments granodiorítics del massís, que assoleixen dimensions decimètriques.

Es troben sempre en masses de poca extensió, lligades a zones de fractura. Solen anar associades a granitoides cataclàstics. El seu gra és mitjà o gros, a vegades amb megacristalls d'ortosa. Presenten una típica coloració vermellosa o rosada. La seva composició mineralògica es caracteritza per l'abundància d'ortosa. Presenta també com a minerals essencials plagiòclasi i hornblenda.

5.1.1.3.- Granodiorites

Són les roques plutòniques més abundants de les Gavarres. El seu color característic és gris fosc, i es troben generalment molt alterades a sauló. Són roques riques en enclavaments residuals melanocràtics («gabarros») de dimensió variable entre 25 i 5 cm i de forma generalment

el.lipsoïdal. Aquests «gabarros» estan, a vegades, associats a xenòlits de roques metamòrfiques de dimensions variables. També hi són freqüents les estructures residuals formades per l'acumulació de biotita en superfícies ondulades i de vores difuses («schlieren»).

Dins aquest grup trobem unes roques que presenten una textura fenocristal.lina molt marcada -granodiorites porfíriques- i d'altres que no la tenen -granodiorites no porfíriques-.

a) Granodiorites porfíriques

Es localitzen, entre molts altres indrets, a la vila de Cassà de la Selva; al veïnat de Penedes (Llagostera); al puig del Furroi i a la mateixa vila (Santa Cristina d'Aro); al torrent del Folc, a la vila i al puig de ses Forques (Calonge).

El seu gra és gros o mitjà. Es caracteritzen per presentar fenocristalls d'ortosa pertítica de fins a 10 cm de llarg, maclats segons les lleis de Carlsbad i de Baveno. Aquests fenocristalls es troben a vegades reunits en forma de pseudodics de potència no superior als 2 m, com al cap de Roques Planes (Calonge). Les mostres estudiades corresponen a granodiorites biotítiques, compostes per quars, plagiòclasi, feldspat potàssic (ortosa i/o microclina) i biotita molt abundant (al voltant del 15% del volum de roca).

b) Granodiorites no porfíriques

Es localitzen, entre altres indrets, en una faixa discontínua entre Llofriu (Palafrugell) i Sant Pol (la Bisbal); a les rodalies de Mont-ras i de Vall-llobrega; en una ampla zona situada entre el mas Mont i Treumal (Calonge), la qual connecta amb el sector costaner comprès entre la Torre Valentina (Calonge) i Platja d'Aro; entre Fenals (Castell d'Aro) i Romanyà de la Selva (Santa Cristina d'Aro); entre Llagostera, can Salvador (Santa Cristina d'Aro) i la riera de Villalonga (Cassà de la Selva); i en una gran faixa que s'estén des de Montnegre (Quart) fins a Llambilles.

El seu gra és mitjà o gros. Els fenocristalls hi són totalment absents o molt poc abundants. Igual que la varietat porfírica, contenen, com a minerals essencials, quars, plagiòclasi, feldspat potàssic (ortosa i/o microclina) i biotita, a vegades alterada a clorita.

5.1.1.4.- Roques plutòniques de composició granítica

L'emplaçament de la major part de roques contingudes en aquest grup és posterior al de les granodiorites, a les quals intrueixen. Afloren en forma de grans masses a Castell d'Aro i a Cassà de la Selva, però en general ho fan en afloraments petits i sovint en forma de pseudodics. El seu color és clar i estan molt poc alterades, presentant un aspecte compacte, amb diàclasis molt netes que els confereix una disjunció prismàtica característica. A diferència de les granodiorites, mai no presenten en-

clavaments bàsics. Solen contenir, en canvi, petits nuclis i estretes faixes pegmatítiques.

En funció de la seva composició mineralògica i de la seva textura, s'han diferenciat els tipus que tot seguit es descriuen.

a) Leucogranits biotítics de gra fi

Es localitzen en afloraments de dimensions petites a les rodalies de can Rosselló (Calonge), com també entre Vallvanera (Castell-Platja d'Aro) i Castell d'Aro.

El seu gra és de mida fina. Mineralògicament es composen de quars, feldspat potàssic, plagiòclasi i biotita. Aquesta darrera és molt abundant.

b) Leucogranits de gra fi a mitjà amb moscovita i biotita

Afloren en una àmplia zona des de Castell d'Aro fins a Fenals,ocupant bona part dels terrenys de la urbanització mas Nou (Castell-Platja d'Aro i Santa Cristina d'Aro). Es localitzen també a les rodalies de Mont-ras, on constitueixen una petita massa de forma irregular. A banda d'aquests afloraments, hi ha una gran quantitat de petits pseudodics amb aquesta composició, repartits per l'interior de les altres roques plutòniques i de l'encaixant metamòrfic.

El seu gra és de mida fina o molt fina. Presenten quars, ortosa i/o microclina i plagiòclasi, biotita i moscovita com a minerals essencials.

c) Leucogranits de gra fi a mitjà amb moscovita i granats

Es localitzen al nord de Cassà de la Selva, en una gran massa el.lipsoïdal orientada oest/nord/oest-est/sud/est, de 2 km d'ampla per 7,5 km de llarg. Es troba quasi totalment envoltada per roques metamòrfiques, excepte als vessants septentrionals del puig Aldric (Santa Cristina d'Aro), on un petit apèndix de la massa principal es posa en contacte amb granodiorites.

El seu gra és de mida mitjana o fina. Sempre apareix fortament alterat, a diferència de la resta de leucogranits estudiats. Com a components mineralògics essencials té quars, feldspat potàssic (ortosa i microclina), plagiòclasi i moscovita. Els granats hi són freqüents, però sempre de diàmetre inferior a 2 mm.

d) Leucogranits moscovítics de gra fi

Apareixen associats a les granodiorites de Sant Mateu de Montnegre (Quart) i de Llambilles.

Són roques molt alterades, fet que no permet l'obtenció de mostres dures per al seu estudi mitjançant làmines primes. Com a components mineralògics essencials hi ha quars, feldspat potàssic i plagiòclasi molt alterada. La moscovita hi és molt abundant. Puntualment hi ha biotita, però sempre en poca quantitat. A diferència de la fàcies leucogranítica anterior, no hi ha granats i el gra és de mida més fina.

e) Leucogranits de gra mitjà a gros

Dins la zona estudiada només afloren al sud de Llagostera, si bé es tracta d'una de les fàcies leucogranítica més àmpliament representada al proper massís de la Selva Marítima.

El seu gra és gros o mitjà. Es troba sempre molt alterat en tots els afloraments observats. La seva constitució mineralògica essencial està formada per quars, feldspat potàssic i plagiòclasi.

5.1.1.5.- Granitoides cataclàstics

Es tracta de roques plutòniques afectades per processos de cataclasis, generats en zones de fracturació intensa d'edat alpina. Es localitzen a les rodalies de Montnegre (Quart), a la fractura del torrent de Folc (Calonge) i a la gran fractura de la riera dels Molins (entre Calonge i Santa Cristina d'Aro), entre altres indrets.

Són roques de color vermell i d'aspecte bretxós. El gra sempre és de mida grossa. És típic que presentin disseminacions de minerals de ferro, generalment òxids (hematites i limonita) o sulfurs (pirita). La presència de quars és molt variable, però supera sempre el 10% del total de la roca. El feldspat potàssic hi és també freqüent, de color rosat o vermell. La biotita està totalment alterada a clorita.

5.1.2.- ROQUES FILONIANES

Associades a les roques plutòniques existeix una complexa xarxa de dics de roques filonianes de poca potència, els quals arriben a travessar els sediments paleozoics. L'emplaçament dels dics és posterior al dels granitoides, i té lloc, en la seva major part durant els temps paleozoics. Únicament els lampròfirs semblen correspondre a intrusions mesozoiques i terciàries, que res no tindrien a veure amb el batòlit paleozoic.

La composició de les roques filonianes és molt variada; s'hi troben tant fàcies àcides com bàsiques. Les diferents tipologies observades es descriuen tot seguit.

5.1.2.1.- Dics de quars

Estan constituïts essencialment per quars, que ha estat dipositat a l'interior de fractures importants per processos hidrotermals. Solen anar associats a sienites, a granits cataclàstics i a cataclassites. Afloren en forma de faixes de potència variable però en general inferior a 2 m. Majoritàriament s'orienten segons la direcció nord/oest-sud/est, i n'hi ha alguns que són disposats est-oest i nord-sud.

Apareixen travessant afloraments de roques plutòniques i metamòrfiques, i són abundants, entre altres indrets, al puig Montigalà (Quart), a la urbanització Castell d'Aro, a can Margarit (Calonge) i a les rodalies de Mont-ras. A Vall-llobrega aflora un sol dic de quars molt potent i amb

una llargada total de més de 5,5 km, el qual travessa transversalment el corredor de Palafrugell i el massís de Begur, fins a la cala del Golfet (Palafrugell). Poques vegades aquests dics es troben en contacte amb sediments terciaris; en aquests casos, apareixen en relació a les falles que els limiten dels materials paleozoics. Així, a Santa Susanna de Peralta (Peratallada) els dics de quars separen les pissarres paleozoiques de les calcàries lutecianes de la Formació Girona.

En aquests dics es poden trobar diferents minerals, a part del quars, com clorita, localitzada a la riera d'en Rotllan i a can Benet Gros, tots dos a Castell d'Aro; calcita, present a la pedrera de Mont-ras; baritina, molt abundant a la pedrera de Mont-ras, al puig de les Mines (Mont-ras), a can Cornellà (Mont-ras), a la font del Rei (Mont-ras), a la font de la Teula (Palafrugell), als revolts de Torrent, a can Gall (Peratallada), a can Estivalca (Quart) i a Santa Pellaia (Cruïlles), entre altres llocs; galena, localitzada a la pedrera de Mont-ras, al puig de les Mines (Mont-ras), a can Estivalca (Quart) i a can Defesa (la Bisbal); esfalerita, abundant només a la pedrera de Mont-ras; calcopirita, present al puig Perals (Palamós); i altres minerals menys abundants, pirita, calcosina, molibdenita, fluorita, oligist, goethita, cuprita, limonita, malaquita, atzurita, cerussita, siderita i anquerita.

Aquestes són les roques filonianes més modernes de totes les que es troben a la zona estudiada. Únicament són travessades per altres dics de quars i per fractures.

5.1.2.2.- Cataclassites

Si bé són roques metamòrfiques, perquè afloren en forma de faixes similars als dics, les descriurem en aquest apartat. Són poc abundants a les Gavarres; apareixen en zones de fracturació importants i associades a dics de quars i a granitoides cataclàstics. L'aflorament més notable d'aquestes roques es troba a la riera dels Molins (Calonge-Santa Cristina d'Aro), on constitueixen una faixa orientada nord/oest-sud/est, de fins a 250 m d'ample per més de 4 km de llargada. Es localitzen també a can Pera (Calonge), a la riera d'en Rotllan (Castell d'Aro), al puig Montigalà (Quart) i al mas Nadal (Quart), entre altres indrets.

Les cataclassites es composen de fragments de quars i de feldspats totalment caolinititzats, i de clorita i sericita derivades de les miques preexistents. Localment s'observen estructures orientades, que marcarien el pas cap a roques milonítiques.

5.1.2.3.- Lampròfirs

Formen una agrupació important al puig Cargol (Calonge), es troben també a la riera de Ruàs (Calonge), al molí Cremat (Castell d'Aro), a

Romanyà de la Selva (Santa Cristina d'Aro), al coll del Mallol d'en Calç (Fonteta) i al mas Crosos (Cruïlles), entre altres llocs.

Els lampròfirs aflorants a les Gavarres són de la varietat espessartita. Es tracta de dics de roques de color verd fosc, quasi negre, quan no estan alterades. El seu gruix oscil.la entre 0,5 i 2 m. En general es disposen verticalment i seguint la direcció est/sud/est-oest/nord/oest. La seva textura és porfírica, però a vegades no és observable a «ull nu» perquè és de gra molt fi. Els fenocristalls són d'hornblenda i plagiòclasi. La pasta és microlítica, constituïda sobretot per feldspats.

5.1.2.4.- Porfirites andesítiques

Si bé es tracta de roques efusives, perquè es presenten en forma de dic i són difícils de diferenciar dels lampròfirs, sobretot quan estan alterats, les inclourem en aquest capítol.

Afloren a diferents indrets de les Gavarres, com Vall-llobrega, rodalies del mas Mont (Calonge) i font de Salenys (Santa Cristina d'Aro), entre d'altres.

Són roques de color fosc, quasi negres, que es presenten en dics poc potents, de disposició vertical i orientats est/sud/est- oest/nord/oest. Típicament presenten una disjunció bolar. La composició és andesítica. El gra és molt fi, amb fenocristalls de plagiòclasi, biotita i hornblenda. La pasta és microlítica, amb esferolits de plagiòclasi disposats seguint una estructura fluïdal. A vegades hi ha vidre alterat.

5.1.2.5.- Aplites i pegmatites

Es tracta de roques molt abundants a la zona estudiada, que apareixen associades als granitoides. En general es disposen en dics de potència inferior a 1 m, que poden ser molt abundants en algunes àrees. Sovint es troben interrelacionades, situant-se les pegmatites en el centre d'un dic aplític. L'emplaçament és posterior al dels granitoides, però anterior al de la resta de roques filonianes.

a) Aplites

Les aplites apareixen distribuïdes per tots els afloraments granítics. Són molt abundants al sector de costa entre la Torre Valentina (Calonge) i Platja d'Aro, on hi són associades a pegmatites. Es troben a molts altres llocs, entre els quals hi ha cal Duc (Mont-ras), can Artigues (Castell d'Aro), can Vilobí (Calonge), el puig del Ronquill (Calonge) i el puig Palet (Calonge).

Són roques de color gris clar o rosat, que es presenten en forma de dics d'inclinació i gruix variables. Les seves orientacions majoritàries són nord-sud i est-oest. La seva textura és granuda de gra fi a molt fi. Mineralògicament estan formades per quars, ortosa i/o microclina, plagiòclasi i moscovita. Solen contenir també biotita, turmalina i granat.

b) Pegmatites

Si bé poden ser molt abundants en determinats indrets, generalment es presenten en forma de petits dics repartits arreu de les zones granítiques. Es troben a les rodalies de can Terradetes (Peratallada), a can Vilobí, a la Torre Valentina, al puig de Roca Criadora i als voltants de can Mont, tots ells a Calonge, així com a molts altres indrets.

Són roques de color vermellós o grisós, que, com les aplites, tenen una inclinació variable, n'hi ha des de verticals fins a horitzontals. L'orientació predominant que presenten és nord-sud i est-oest. Poden arribar a assolir més de 5 m de potència, però en general no superen el metre. Es caracteritzen per tenir un gra de mida molt grossa i, sovint, una textura gràfica. Com minerals essencials tenen quars, ortosa, albita i oligòclasi. Els accessoris més comuns són biotita, moscovita, turmalina i granat.

5.1.2.6.- Pòrfirs

Es tracta de roques caracteritzades per tenir una textura porfírica. La seva composició és molt variada; se'n troben des de granítics fins a diorítics. Es presenten en forma de dics de potència variable, que no sol sobrepassar els 2 m. Poden arribar a perllongar-se uns centenars de metres, si bé normalment són de dimensions decamètriques. Apareixen tant en afloraments de roques plutòniques com metamòrfiques. El seu emplaçament és posterior al de les aplites i pegmatites, però anterior al dels lampròfirs. Dins els mateixos pòrfirs s'observa que les varietats més pobres en quars (pòrfirs monzonítics, monzodiorítics i diorítics) són més modernes que les àcides (pòrfirs granítics, granodiorítics i tonalítics). Hem diferenciat els tipus que segueixen en funció de la seva composició.

a) Pòrfirs granítics

Es localitzen a Santa Pellaia (Cruïlles), al puig Sevinyà(Cruïlles), al puig de la Bandera (Palafrugell), a can Sardanes (Cassà de la Selva) i a can Joan del pla (Cassà de la Selva), entre altres localitats, si bé són molt poc abundants.

Són dics de color gris o vermellós, que poden assolir potències de més de 30 m i una llargada de fins a 1 km. Es disposen subverticalment i amb unes orientacions preferents est/sud/est-oest/nord/oest i nord/est-sud/oest. Estan constituïts per fenocristalls de quars, ortosa i/o microclina, plagiòclasi i biotita. La pasta és quarsfeldspàtica.

b) Pòrfirs granodiorítics

Es localitzen a la urbanització mas Nou (Castell d'Aro), Bell-lloc (Santa Cristina d'Aro) i al veïnat de Verneda (Cassà de la Selva), entre altres indrets. Com els pòrfirs anteriors, són roques poc freqüents a les Gavarres.

Són dics de color gris clar, que poques vegades sobrepassen els 2 m de

potència Sempre es disposen subverticalment i amb una orientació nord/oest-sud/est o est/nord/est-oest/sud/oest. Composicionalment són com els pòrfirs granítics, però amb un percentatge més gran de plagiòclasi enfront del feldspat potàssic.

c) Pòrfirs sienítics

Són roques molt poc abundants. Es localitzen únicament al marge dret de la riera dels Molins (Santa Cristina d'Aro). Són dics de color vermell, poc potents i subverticals. Es disposen seguint una orientació est/sud/est-oest/nord/oest. Presenten fenocristalls de feldspat potàssic; el quars i la plagiòclasi són minerals accessoris o totalment absents.

d) Pòrfirs monzonítics i quarsmonzonítics

Són molt freqüents a les Gavarres, on afloren, entre altres localitats a Castell-barri i al molí d'en Lluís (Calonge); a can Rusques (Castell d'Aro); a Romanyà de la Selva i al mas Salvador (Santa Cristina d'Aro); a can Xaranet i a can Costa (Llagostera); a can Verneda i a la vila (Cassà de la Selva); a Sant Mateu de Montnegre, als Mateus, al mas Palet i al mas Costa (Quart); a can Juliol i a can Rostei (Cruïlles); a can Genoer (Peratallada); i a can Po (Palafrugell).

Tenen un color gris-vermellós, que es transforma en marronós quan la roca s'altera. La seva potència no sol sobrepassar els 2 m. La direcció predominant d'aquests pòrfirs oscil.la entre est-oest i est/nord/est-oest/sud/oest. Sempre són subverticals.

Els dics de composició monzonítica poden presentar una textura porfírica, microporfírica o microgranuda. A més, la proporció de quars és molt variable, de manera que hi ha des de monzonites típiques fins a quarsmonzonites. Els fenocristalls són de plagiòclasi i feldspat potàssic. La matriu està constituïda per feldspat potàssic, plagiòclasi i quars, aquest darrer sempre en poca quantitat.

e) Pòrfirs monzodiorítics i quarsmonzodiorítics

Són, com els pòrfirs monzonítics, molt abundants a les Gavarres. Es troben, entre altres llocs, al puig Cargol i a la Torre Valentina (Calonge); a Romanyà de la Selva, a Roca de Malvet i a la font Picant (Santa Cristina d'Aro); al veïnat de Panedes (Llagostera); a Sant Mateu de Montnegre (Quart); i a can Font (Cruïlles).

El color és fosc, quasi negre, però esdevé marronós quan la roca s'altera. La potència d'aquests dics no sobrepassa quasi mai els 2 m. Les orientacions més comunes que segueixen són est-oest i est/nord/est-oest/sud/oest, presentant-se sempre subverticals.

Com els dics de composició monzonítica poden presentar una textura porfírica, microporfírica o microgranuda. Així mateix, la proporció de quars és variable, trobant-se des de monzodiorites fins a quarsmonzo-

diorites. Els fenocristalls són de plagiòclasi i de quars, sempre en poca quantitat. La matriu és essencialment de plagiòclasi, amb alguns cristall de quars, feldspat potàssic i biotita.

f) Pòrfirs diorítics i quarsdiorítics

Són també molt abundants. Apareixen, entre altres llocs, al Comal dels Lladres, a Castell-barri, al puig del Vilar i al puig del Ronquill (Calonge); a can Roca de Malvet, a can Salvador, a Romanyà de la Selva i a can Ponset (Santa Cristina d'Aro); a la font de Panedes (entre Llagostera i Santa Cristina d'Aro); al Castell de Palol d'Onyar i a ca l'Angeleta (Quart); a cal Tutor (Llambilles); a cal Pastor (Celrà); a Sant Pol (la Bisbal); i a les Vinyes d'en Rius (Mont-ras).

El color és negre, però es transforma en marronós per l'alteració de la roca. Són dics poc potents, en general de poc més d'un metre de gruix. Solen ser sempre subverticals, però n'hi ha alguns de totalment horitzontals, com a Castell-barri (Calonge). Les orientacions més freqüents d'aquests dics són est/nord/est-oest/sud/oest, est-oest i est/sud/est-oest/nord/oest.

Com els dics de composició monzonítica i monzodiorítica, poden presentar una textura porfírica, microporfírica o microgranuda. També, com en aquests anteriors, trobem des de diorites típiques fins a quarsdiorites. Els fenocristalls són de plagiòclasi i quars, aquest sempre poc abundant. La pasta està constituïda per plagiòclasi i una mica de quars i feldspat potàssic.

5.1.2.7.- Pòrfirs quarsífers

Es tracta de roques efusives, molt semblant als pòrfirs de composició àcida, raó per la qual les descriurem en aquest capítol. Són molt freqüents a les Gavarres, on apareixen en forma de dics de potència variable, generalment d'uns pocs metres, però de gran continuitat lateral. L'emplaçament dels pòrfirs quarsífers és posterior al de les aplites i pegmatites, i és anterior a la dels pòrfirs bàsics. Dins aquest conjunt hem diferenciat els microgranits, els granòfirs i les felsites i pòrfirs felsítics. Cal tenir en compte, però, que dins un mateix dic hi poden haver variacions texturals -tant transversalment com longitudinalment- prou grans per passar d'un tipus de pòrfir quarsífer a un altre.

a) Microgranits

Afloren a les rodalies de Vall-llobrega; al puig Cargol, a Castell-barri, al mas Mont i a Ruàs (Calonge); al puig del Roc (Santa Cristina d'Aro); a Panedes (Llagostera); a la casa Nova d'en Bota (Cassà de la Selva); al puig de les Teixoneres i al puig Montigalà (Quart); a can Lledó i a Santa Agata (Cruïlles); al puig de la Magrana (Sant Martí Vell); a la muntanya

del Congost (Celrà); i a la font de l'Alzina (Sant Sadurní de l'Heura), entre moltes altres localitats.

Són roques de color gris clar, a vegades rosades o verdoses. Es presenten en forma de dics de 2 a 10 m de potència mitjana. Són subverticals i orientats preferentment d'est-oest fins a nord/est-sud/oest. Tenen una gran continuitat lateral, que en alguns casos extrems arriba a ser de fins a 10 km. Això succeeix amb el microgranit de Vall-llobrega, el qual travessa part de les Gavarres, tot el corredor de Palafrugell (on aflora en petits tossals) i tot el massís de Begur, desapareixent als penya-segats del Cau (Palafrugell). A vegades assoleixen potències considerables, com al puig de les Teixones (Quart) on aflora una massa microgranítica d'1,5 km de llarg per 500 m d'ampla.

Presenten una textura porfírica i, a vegades, fluïdal, amb fenocristalls de quars rosegat, plagiòclasi i feldspat potàssic. La pasta és micro o cripto cristal.lina i de composició quarsfeldspàtica. Poden presentar vidre alterat.

b) Granòfirs

Es troben al puig Cabré (Calonge); al puig Aldric (Santa Cristina d'Aro); a can Regidor i a can Noguer (Cruïlles); a can Mascort i ca l'Alzina (Sant Sadurní de l'Heura); a can Puignau i a Sant Pol (la Bisbal); i a can Ferriol (Girona), a més d'altres indrets.

Són roques de color gris clar o rosat. Es presenten en forma de dics de fins a 20 m de potència. Són subverticals i orientats d'est-oest a nord/est-sud/oest, com els microgranits. Tenen una gran continuitat lateral.

La seva textura és porfírica, amb fenocristalls de quarsfeldspat potàssic i plagiòclasi. La pasta és quarsfeldspàtica, microcristal.lina i amb textura granofírica. Com en el cas dels microgranits, poden contenir vidre alterat.

c) Felsites i pòrfirs felsítics

Es troben, entre altres indrets, a can Medalla (Mont-ras), al mas Pallí (Calonge), a can Benet Gros (Platja d'Aro), a can Bou (Santa Cristina d'Aro), al mas Bassets (Cassà de la Selva) i a can Tallades (Cruïlles).

Són roques de color blanc, rosat o verd. Es presenten en forma de dics poc potents i subverticals, situats sovint a les salbandes d'altres pòrfirs quarsífers. La seva orientació més corrent és est-oest, però n'hi ha també disposats nord/est-sud/oest i oest/nord/oest-est/sud/est.

Tenen textura porfírica (més manifesta en els pòrfirs felsítics) i fluïdal, amb petits fenocristalls de quars rossegat, feldspat potàssic i plagiòclasi. La pasta és afanítica i de composició quarsfeldspàtica. Com en les varietats anteriors, hi pot haver vidre alterat.

5.1.2.8.- Epidotites amfibòliques

Només ha estat localitzat un dic amb aquesta composició, que es troba enclavat entre pissarres al sud de Sant Pol (la Bisbal). Es una roca de color gris-verdosa i està molt alterada. La seva potència és de poc menys d'un metre. Es disposa subvertical, tallant l'estratificació i l'esquistositat de les pissarres. Està constituït per epidot i hornblenda com a minerals essencials, a més de quars, esfena i actinolita com a accessoris.

5.1.3.- ROQUES VOLCÀNIQUES

A banda dels dipòsits col.luvials-piroclàstics, de les porfirites andesítiques i dels pòrfirs quarsífers que ja han estat tractats, hi ha diversos afloraments de roques efusives localitzats a l'interior de les Gavarres i a les àrees adjacents. Són restes de xemeneies volcàniques i de colades basàltiques, molt erosionades, que es troben al límit amb la plana empordanesa.

A l'interior de les Gavarres hi ha una petita xemeneia volcànica enclavada entre les pissarres paleozoiques, situada a la riba esquerra del torrent de les Mines (Girona), que ha estat posada a la llum per les obres de la variant de la carretera N-II.

La resta d'afloraments es localitzen a les Pre-gavarres, en concret al veïnat de la Costa (Juià), al puig Mitjer (entre Sant Martí Vell i Juià), a can Rajoler (Sant Martí Vell), al mas Sons (Sant Martí Vell), al puig Mont-rodon (Sant Martí Vell), a ca l'Antoni (Madremanya) i, finalment, al camí del mas Bosc de Baix (Sant Sadurní de l'Heura). A les immediacions de la zona estudiada hi ha els dics basàltics de can Omedes i del torrent de la Garriga, i el petit volcà de can Guilana, tots a Sant Julià de Ramis; i també restes de colades molt erosionades a Púbol (la Pera), Corçà i Monells.

Dels afloraments estudiats, el que es troba al camí del mas Bosc de Baix és un petit dic associat a una fractura, el qual travessa les calcàries lutecianes. Els del veïnat de la Costa, del puig Mitjer i de can Rajoler corresponen, sens dubte, a colades que es disposen damunt els sediments terciaris i que són cobertes per dipòsits continentals del Pliocè superior. Els del puig Mont-rodon, de mas Sons i de ca l'Antoni sembla que corresponen també a restes de colades.

Les roques aflorants són basalts olivínics molt alterats. Presenten textura microporfírica amb fenocristalls d'olivina i augita. La plagiòclasi constitueix part de la matriu.

Cal relacionar aquestes manifestacions volcàniques amb la intensa fracturació que va patir el límit nord de les Gavarres durant el Miocè. Aquesta fase tectònica, de caràcter distensiu, va provocar l'esfondrament dels terrenys paleozoics i la creació de la depressió empordanesa. Les

dades de camp indiquen que les colades són posteriors al Paleogen i anteriors al Pliocè superior. Les datacions absolutes que hi han estat efectuades confirmen i precisen aquesta edat. Així, segons DONVILLE (1973), aquestes roques tenen 9,2 milions d'anys, és a dir, pertanyen al Miocè superior.

5.2.- ROQUES METAMÒRFIQUES

Tot el conjunt de sediments paleozoics aflorants a les Gavarres està afectat per un metamorfisme regional de baix grau. D'altra banda, l'emplaçament dels granitoides genera un metamorfisme de contacte de grau variable, el qual se sobreposa a l'anterior. Els efectes d'un i altre metamorfisme han transformat els materials pre-existents en un seguit de roques que es descriuen a continuació.

5.2.1.- ROQUES DERIVADES DEL METAMORFISME REGIONAL

Tots els sediments paleozoics de la zona estudiada apareixen afectats per un metamorfisme hercinià de tipus regional. Es tracta d'un metamorfisme de fàcies dels esquists verds, és a dir, de grau dèbil. A cap afloració s'ha observat que s'arribi a la zona de la biotita.

Per efecte del metamorfisme regional les roques originals es transformen en pissarres, fil.lites, metapsammites, quarsites, metarudites, marbres i metavolcanites, segons la seva composició inicial. Les més abundants són les pissarres i les fil.lites. La presència de sericita dóna lloc a les fil.lites llustroses, molt freqüents a les Gavarres.

5.2.2.- ROQUES DERIVADES DEL METAMORFISME DE CONTACTE

L'emplaçament dels granitoides hercinians provoca una forta reestructuració dels materials que constitueixen el seu encaixant, originant una aurèola de metamorfisme de contacte. A la zona estudiada els efectes d'aquest metamorfisme s'aprecien en materials situats fins a poc més de 2 km de distància del contacte amb les roques plutòniques. Com és lògic, el grau de transformació que pateixen els metasediments decreix en allunyar-nos de l'esmentat contacte. La forma de les aureoles és irregular pel fet que l'emplaçament dels granitoides no segueix una distribució homogènia, sinó que sovint s'injecta en forma d'apòfisis a l'interior de l'encaixant metamòrfic.

La major part de l'aurèola, sobretot als sectors més propers al contacte amb els granitoides, presenta associacions minerals pertanyents a la fàcies metamòrfica de les cornianes amfibòliques o de grau mitjà, les quals han estat detectades, entre altres llocs, al mas Cabré (Vall-llobrega), a la font de la Teula (Palafrugell), al puig Cargol (Calonge), al puig d'Arques (Cruïlles), al veïnat de les Serres (Cassà de la Selva) i al puig Cucalar (Mont-ras). S'han trobat, però, associacions minerals corresponents a la

fàcies de les cornianes piroxèniques o de grau alt, en zones on hi ha una certa granitització dels materials metamòrfics, com al puig Sevinyà (Cruïlles) i a les rodalies de can Torró (Peratallada).

El metamorfisme de contacte afecta els materials corresponents a les unitats Inferior i Mitjana, però mai als de la Unitat Superior. Aquest fet cal atribuir-lo a la posició dels afloraments de la Unitat Superior, en general allunyats de les zones on s'emplacen els batòlits granítics. Els pocs contactes existents entre els sediments siluro-devonians i els granitoides, localitzats a les rodalies de Montnegre (Quart), són sempre mecànics i generats per moviments tectònics posteriors a l'emplaçament de les roques plutòniques i, per tant, també posteriors a l'efecte tèrmic del seu contacte. Això cal especificar-ho des del moment en què en altres massissos de la serralada Costanera Catalana, els sediments devonians, i fins i tot els del Carbonífer, es troben transformats pel metamorfisme de contacte.

Els sediments paleozoics de la Unitat Inferior es transformen, degut a aquest metamorfisme, en esquists motats i bandats, els quals constitueixen la part més allunyada de l'aurèola; i en esquists cornubianítics i quarsítics, cornubianites i cornianes, que es troben a la zona més propera al contacte amb els granitoides. Els esquists motats i bandats afloren al puig de la Bandera (Palafrugell), a cal Duc (Peratallada), al coll de la Ganga (Calonge), al puig Cargol (Calonge), al Vilar (Cruïlles), al puig d'Arques (Cruïlles), a Camós dels Alls (Cruïlles), a can Serra (Cruïlles), al coll de Bou (Cruïlles), a la Creu de les Monges (Cruïlles), a les rodalies de l'ermita de Sant Cristòfol (Llambilles) i al puig Boi (Quart), entre altres llocs. Els esquists cornubianítics i quarsítics, cornubianites i cornianes, per la seva banda, es localitzen al puig dels Teus (Quart), al puig d'en Roure (Quart), al mas Cases (Santa Cristina d'Aro), a can Sais (Cruïlles), a les Coromines (Cruïlles), al puig Sevinyà (Cruïlles), als Solells d'en Barri (entre Cruïlles i Cassà de la Selva), al puig Gros (entre Cruïlles i Santa Cristina d'Aro) i al puig de les Miloques (Cassà de la Selva), a can Pere Feliu (Calonge), al mas Anguila (Fonteta) i a can Gallaret (la Bisbal), a més d'altres llocs.

Els materials volcanosedimentaris de la Unitat Mitjana generen una gran diversitat de roques metamòrfiques de contacte. A les zones més externes de l'aurèola, els nivells de granulometria més fina, presents a la part més alta del conjunt, es transformen en esquists quarsítics motats i en quarsites. A les zones pròximes al contacte amb les roques plutòniques, els materials llimosos esdevenen esquists cornubianítics i quarsítics, cornubianites i cornianes micàcies; mentre que els esquists quarsfeldspàtics i grauvàquics es transformen en cornianes quarsítiques i en cornianes quarsfeldspàtiques. Afloraments d'esquists quarsítics motats

es localitzen al puig de la Pedra Blanca (Mont-ras), al puig de les Mines (Mont-ras) i a les rodalies de la font de la Teula (Palafrugell), entre altres llocs. Els esquists cornubianítics i quarsítics, cornubianites i cornianes micàcies es troben, sobretot, als voltants del puig Bonet (Mont-ras), del coll de la Buqueta (Mont-ras) i del puig Cucalar (Mont-ras). Les cornianes quarsítiques i quarsfeldspàtiques afloren al puig Cabrer (Calonge), al puig d'en Veguer (Calonge), a la urbanització mas Falquet (Vall-llobrega), al puig Sevinyà (Cruïlles) i al mas Sais (Cruïlles), entre altres indrets.

Les llimolites cavernoses del mas Calç es transformen, per efecte del metamorfisme de contacte, en esquists cornubianítics i quarsítics, molt semblants als de la part alta del conjunt volcanodetrític. Els nivells de marbres i de calcoesquists intercalats entre les llimolites esdevenen cornianes calcosilicatades, marbres i granatites, que afloren al puig Cucalar (Mont-ras), al puig Bonet (Mont-ras), als camps de les Figueres (Cruïlles) i a les rodalies de can Blanquet (Calonge).

Pel que fa a les pissarres gris-negroses de Fitor, a les àrees allunyades del contacte amb els granitoides, es transformen en esquists motats negrosos. A les zones més properes a les roques granítiques esdevenen esquists cornubianítics, cornianes quarsquiastolítiques i cornianes micàcies. Els esquists negrosos motats afloren en una franja situada entre les rieres de Vall-llobrega (entre Fonteta i Vall-llobrega) i de Torrentbó (entre Fonteta i Mont-ras). Formen part d'aquesta franja els afloraments del puig Gros (Fonteta), del puig Blanc (Fonteta), de la font del Rei (Mont-ras), del mas Cabré (Vall-llobrega), i de Sant Mateu de Vall-llobrega, entre altres. D'altra banda, les cornianes i esquists cornubianítics es localitzen al puig Perals (Palamós) i al puig Agudell (entre Mont-ras i Vall-llobrega).

6.- TECTÒNICA

L'estructura del massís de les Gavarres respon a la suma dels efectes de les orogènies herciniana i alpina. Les estructures hercinianes es manifesten en forma de plecs i de plans d'esquistositat, els quals afecten de forma generalitzada els metasediments paleozoics. L'orogènia alpina, per la seva banda, origina una sèrie de falles d'orientació dominant est/nord/est-oest/sud/oest, nord/est-sud/oest i nord/oest-sud/est. Aquests darrers accidents tectònics són els que separen el massís estudiat de les planes circumdants, a la vegada que l'individualitzen i el compartimenten en un seguit de blocs més petits.

6.1.- OROGÈNIA HERCINIANA

L'orogènia herciniana és la responsable de totes les estructures de-

formatives pre-alpines observables en els materials paleozoics del massís de les Gavarres. Es manifesta en diverses fases de deformació successives. Les més intenses, tenen lloc durant el Carbonífer superior; per tant, afecten tota la sèrie estratigràfica paleozoica de la zona que tractem. Tot seguit es descriuen les principals estructures associades a cada fase de deformació.

6.1.1.- FASE 1

Durant aquesta fase es produeix un intens plegament, que afecta tota la sèrie paleozoica, a la vegada que es desenvolupa un clivatge de pla axial. Simultàniament tenen lloc les transformacions litològiques relacionades amb el metamorfisme regional, com també la formació de petits filons de quars.

Els plecs d'aquesta primera fase són asimètrics, amb un flanc subhoritzontal llarg i un altre de vertical o invertit, més curt. Els eixos d'aquests plecs s'orienten est-oest, essent la seva vergència cap al sud. Són estructures observables tant a escala cartogràfica com a nivell d'aflorament. D'entre els grans plecs cartografiats que pertanyen a aquesta fase deformativa cal esmentar, entre d'altres, el gran sinclinal de Fitor (Fonteta), i la successió de sinclinals i d'anticlinals de les rodalies de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles).

Els plecs generats en aquesta primera fase porten associada una foliació paral.lela als seus plans axials. Aquesta és l'esquistositat dominant de la zona estudiada, la qual afecta tots els nivells de la sèrie paleozoica aflorant. En general es presenta subhoritzontal, amb una certa inclinació vers el nord. La projecció estereogràfica polar de les mesures de plans d'esquistositat mostra que al massís de les Gavarres hi ha dos màxims: l'un cabussa 035°/20° i l'altre 120°/25°.

6.1.2.- FASE 2

La segona fase de deformació herciniana dóna lloc a plecs asimètrics que afecten l'esquistositat i els filonets de quars generats a la fase anterior. A més, es desenvolupa una altra foliació de pla axial, molt menys penetrativa que la primera.

Els plecs de la segona fase presenten eixos subhoritzontals, en general orientats est-oest. Tenen un pla axial subvertical i un gran angle entre flancs. A les zones on hi ha pissarres o fil.lites es generen plecs de tipus «chevron». La seva distribució és molt irregular a la zona estudiada, havent estat observats al torrent de les Mines (Celrà) i al mas Vidal (Peratallada), entre altres indrets.

A les roques de gra més fi es desenvolupa una crenulació i, a vegades, un clivatge associat poc penetratiu. Aquesta segona foliació és més redre-

çada que la primera. El cabussament de l'esquistositat de segona fase es situa al voltant de 110º/45º.

6.1.3.- FASE 3

La tercera fase d'estructures hercinianes es relaciona amb la formació de «kink bands», els quals es troben puntualment al torrent de les Mines (Celrà), font de l'Alzina (Sant Sadurní de l'Heura) i Castellar de la Selva (Quart), entre altres indrets. Els «kink bands» observats tenen, en general, els seus eixos subhoritzontals i orientats nord-sud.

6.1.4.- FASE 4

En aquesta fase té lloc l'emplaçament de les roques plutòniques i el desenvolupament del metamorfisme de contacte. La intrusió de les granodiorites es produeix sota unes condicions d'una certa rigidesa dels materials encaixants. Així, la massa intrusiva s'injecta a través d'esquerdes, a la vegada que fragments de l'encaixant queden englobats per la granodiorita. Tant la presència d'apòfisis de granodiorita a l'interior de l'encaixant, com l'existència de fragments irregulars de roques metamòrfiques dins la granodiorita, són observables a molts llocs de les Gavarres, entre ells als terrenys de la urbanització «Rio de Oro» (Calonge), com també entre can Tallades i can Dalmau (Cruïlles).

En altres indrets s'observa que l'esquistositat regional es va redreçant a mesura que ens apropem al contacte amb els granitoides. Això és molt evident a la serra del puig d'Arques, on aquests plans passen de cabussar uns 20º a les rodalies de can Mercader (Cruïlles), situat a uns 4.000 m del contacte amb les granodiorites, fins a esdevenir subverticals al mateix puig d'Arques (Cruïlles), a uns 1.000 m de l'esmentat contacte.

6.1.5.- FASE 5

Es tracta d'una fase de distensió que origina un important conjunt de diàclasis i de fractures, a través de les quals s'emplacen els dics de roques filonianes. Les principals direccions de fracturació són les que presenten els dics, és a dir, nord/est-sud/oest, est/nord/est-oest/sud/oest, est-oest i est/sud/est-oest/nord/oest.

La projecció estereogràfica polar de les mesures de plans de diàclasis, efectuades tant en roques plutòniques com metamòrfiques, indica un cabussament dominant entre 070º/90º i 120º/80º. Hi ha, a més, un segon màxim representat per plans que cabussen 005º/20º, que correspon a diàclasis de disposició subhoritzontal. Els valors de les diàclasis subverticals coincideixen amb les direccions est/sud/est-oest/nord/oest i est-oest, observades en molts dels dics de roques filonianes. Les direccions nord/est-sud/oest i est/nord/est-oest/sud/oest, representades també per molts dics, són així mateix freqüents en les orientacions de les diàclasis.

6.2.- OROGÈNIA ALPINA

Els efectes de l'orogènia alpina sobre la zona estudiada es manifesten en una fracturació intensa dels materials paleozoics i terciaris. Aquesta tectònica de fracturació està lligada a una fase distensiva que afecta tot el marge mediterrani i que té lloc sobretot durant el neogen, si bé es perllonga fins al Quaternari, relacionant-se amb els aparells volcànics de les Gavarres i Pre-gavarres. Les fractures generades per l'orogènia alpina s'orienten preferentment segons les direccions nord/est-sud/oest a est/nord/est-oest/sud/oest i nord/oest-sud/est. L'associació de les dues famílies de falles permet la individualització de blocs, donant un sistema complex de «horsts i gravens». Es tracta, doncs, d'un estil tectònic germànic, on els diferents blocs estan limitats per falles normals, quasi verticals. Moltes d'aquestes falles s'han engendrat durant l'orogènia herciniana, havent-se remogut posteriorment per efecte de la tectònica alpina.

Entre les grans falles orientades nord/oest-sud/est, presents a la zona estudiada, hi ha les que des de la vall de Calonge es perllonguen fins a la muntanya de Sant Julià de Ramis, el conjunt de les quals ha estat anomenat per alguns autors falla de Palamós. A aquest conjunt de falles i a les fractures satèl.lits associades, es deu el vulcanisme neogen de les rodalies de Madremanya, de Sant Martí Vell i de Juià. A més, ha tingut una activitat recent, en relació la qual s'han dipositat els cons de dejecció de la vall de Calonge. Amb la mateixa orientació destaquen les falles de la riera dels Molins (Calonge-Santa Cristina d'Aro) i les que limiten pel sud l'aflorament de granits moscovítics de Cassà de la Selva, entre altres.

Les falles amb orientació nord/est-sud/oest a est/nord/est-oest/sud/oest venen representades per les grans fractures de Mont-ras i Vall-llobrega, que estan associades a les que limiten per l'oest la part meridional del corredor de Palafrugell. Són presents també als voltants de Sant Pol (la Bisbal), de Santa Pellaia (Cruïlles), de Montnegre (Quart) i de Celrà, entre altres indrets.

A banda de les anteriors, que són les més freqüents, també n'hi ha orientades nord-sud i est-oest. Entre les primeres destaquen les que delimiten el corredor de Palafrugell a la seva meitat septentrional; la de Santa Susanna de Peralta, en part reblerta per un dic de quars; i les de Cruïlles i Sant Sadurní de l'Heura, que afecten sediments del Pliocè superior (Fig. 6). De les orientades est-oest cal esmentar la de la vall del riu Ridaura; la del torrent de Folc (Calonge); com les que limiten un bloc de granitoides i roques de metamorfisme de contacte des de Llofriu (Palafrugell) fins a Sant Pol (la Bisbal), entre altres.

A més de les falles subverticals, existeixen algunes fractures de baix angle de cabussament. Són les falles que limiten pel sud i per l'oest els

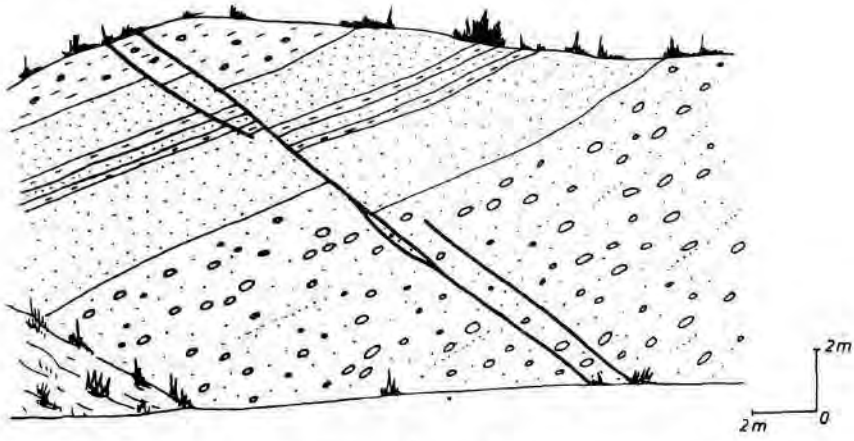


Fig. 6. Falles que afecten sediments del Neogen. Terrera de can Revetlla (Cruïlles).

sediments siluro-devonians de Montnegre (Quart). Aquestes es perllonguen cap al sud-oest, constituint el límit nord-occidental de la massa de granitoides de Sant Mateu de Montnegre (Quart).

Cal assenyalar que la intensa fracturació del massís de les Gavarres afavoreix un sistema hídric en què les aigues subterrànies s'enriqueixen en anhídrid carbònic de procedència probablement volcànica (SOLÉ SABARIS, 1946; FONT, 1983; CLOTET, 1990). Entre les fonts carbòniques («picants»), destaquen la de Madremanya; les de Bell-lloc, la de Sallenys, la del Plat i la de Panedes (Santa Cristina d'Aro); la del Congost, la de can Ginesta, la del Ferro o de can Miralles, la de la Pólvora i la d'en Lliure (Girona); i la del Ganso (Cassà de la Selva).

7.- MORFOLOGIA

En aquest capítol es tracten les formes derivades dels diferents tipus de modelat presents al massís de les Gavarres, les quals són desglossades en dos conjunts: per una banda les que constitueixen la línia de costa i, de l'altra, les del massís pròpiament dit.

7.1.- MODELAT DE LA LÍNIA DE COSTA

Entre la platja de Palamós -la qual constitueix l'extrem meridional del corredor de Palafrugell- i la platja de Sant Antoni de Calonge -part marítima de la vall de Calonge-, se situa un petit sortint rocós, la punta d'es Monestir (Calonge), que correspon al vèrtex sud del bloc de Fitor. A banda d'aquest petit cap, la façana marina de les Gavarres pertany al bloc

dels Àngels-Arques. Es tracta d'un retall de costa alta encerclat per les grans platges desenvolupades al litoral de les depressions de la vall de Calonge i de la vall d'Aro o del Ridaura.

El litoral de les depressions que voregen el massís de les Gavarres es caracteritza per presentar unes extenses platges, mancades d'irregularitats notables. Unicament les desembocadures dels rius i rieres, que les forneixen de sediments, trenquen la monotonia del paisatge. Així, la platja de Sant Antoni de Calonge es forneix de la riera de Calonge i del rec Madral; i la platja d'Aro és nodrida pel riu Ridaura. Totes aquestes platges presenten les parts característiques d'una costa baixa. Així, de mar cap a terra hi trobem la platja pròpiament dita, el cordó de dunes litoral i la zona de maresma, si bé aquestes dues darreres parts han quedat colgades sota les edificacions turístiques.

La costa del massís de les Gavarres es caracteritza pel domini manifest de les formes generades per l'erosió sobre aquelles creades per processos d'acumulació de materials. Correspon, per aquesta característica, a una costa alta. Les formes d'acumulació es redueixen a petites platges confinades a l'interior de les cales, i a dipòsits de pedruscalls que apareixen al peu dels penya-segats més alterosos. La descripció de la costa alta es realitza tot seguit, considerant per un costat les formes derivades de l'erosió, i per l'altre, les engendrades a partir de l'acumulació de materials.

7.1.1.- FORMES D'EROSIÓ

Els penya-segats són les formes derivades de l'erosió més freqüents al litoral de les Gavarres. En conjunt tenen alçàries reduïdes, sobretot si els comparem amb els del proper massís de Begur, atès que en general no arriben a sobrepassar els 25 m.

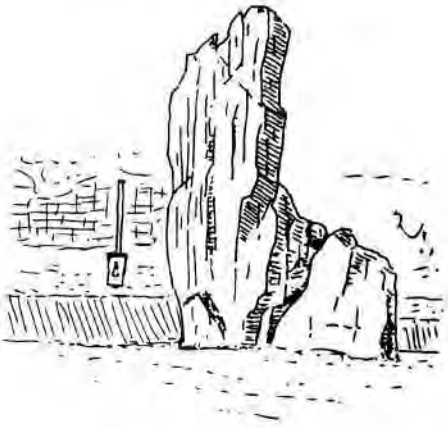


Fig. 7. Agulla. Cavall Bernat (Platja d'Aro).

Alguns dels penya-segats presents en aquesta costa han quedat deslligats dels processos costaners per l'acumulació de sediments provinents de la deriva litoral, passant a ser penya-segats morts, com els de la Torre Valentina (Calonge) i el de Platja d'Aro, entre altres.

Les agulles són formes que s'han desenvolupat a par-

tir de roques fortament esquarterades per diàclasis subverticals. Es important l'agulla de la cala del Paller (Calonge), la qual resta partida per la meitat; i l'anomenada Cavall Bernat (Platja d'Aro) (Fig.7).

Roques polides per les ones. Cala del Pi (Platja d'Aro).

A les illes i als caps en què afloren roques plutòniques o filonianes, l'impacte de les onades pot polir fortament la roca, fet especialment vistós al cap de Roques Planes (Calonge) i a les rodalies de la cala del Pi (Platja d'Aro), entre altres indrets.

Les cales són abundoses en aquest litoral. Si bé en alguns casos es desenvolupen a favor de dics de composició bàsica, fàcilment alterables, la majoria s'han generat per l'erosió d'un pla de fractura, com les de can Cristus i les Torretes (Calonge).

Unicament hi ha una cova marina important en tota la costa de les Gavarres, es tracta de Sa Cova (Platja d'Aro).

7.1.2.- FORMES D'ACUMULACIÓ

A la base dels penya-segats del freu de la Belladona (al límit entre Platja d'Aro i Calonge) existeix una acumulació de blocs caiguts de les seves parets per processos d'inestabilitat.

A l'interior de les grans cales se sol construir una platja de sorra i grava, a vegades associada a una zona de maresma, com a la platja de can Cristus (Calonge). Localment, i en relació amb les platges de sorra, trobem alguns tòmbols, com el del cap Roig (Calonge).

7.2.- MODELAT DEL SECTOR INTERIOR

El sector interior de les Gavarres està constituït, en gran part, per tu-

Tombolo. Cap Roig (Calonge).

rons arrodonits i vessants gens rosts, sovint escapçats per petits planells esglaonats. La presència local d'afloraments de roques resistents permet l'existència d'unes poques formes vigoroses, on són freqüents els ressalts i els escarpaments. Les carenes solen orientar-se seguint els dics i les capes de materials durs. El sistema hidrogràfic està format per una xarxa espessa de torrents. Les valls són estretes i encaixades sobre les roques metamòrfiques i damunt els granitoides resistents, mentre que són més amples quan s'excaven en els granitoides alterats.

Les Pre-gavarres, per la seva banda, estan constituïdes per petites serres de pujols i turons arrodonits, sovint culminats per retalls de superfícies d'aplanament. Les valls que travessen aquestes serres són d'escassa entitat, poc encaixades, de fons pla i reblertes de dipòsits col.luvials i al.luvials.

Les depressions tectòniques del corredor de Palafrugell, de la vall de Calonge i de la vall d'Aro presenten una fisonomia essencialment plana, sobre la qual destaquen alguns pujols arrodonits, escampats irregularment en el seu interior.

L'entroncament entre la serralada Transversal i el massís de les Gavarres, localitzat entre la vall de Sant Daniel i la ciutat de Girona, es caracteritza pel domini de formes estructurals, amb un modelat en rost cabussant vers l'oest.

7.2.1.- SUPERFÍCIES D'APLANAMENT

A les Gavarres hi ha multitud de planells, a vegades esglaonats, repartits per tot el massís. Els planells detectats a les Gavarres es situen entre

una alçada màxima de 495 m, i una mínima de 10 m. La seva distribució entre aquests valors extrems no és uniforme, de manera que la majoria es poden agrupar en diversos nivells segons la seva alçada.

Les superfícies d'aplanament situades a major alçada es troben a la serra d'Arques. Aquestes s'agrupen en un nivell d'entre 490 i 460 m d'altura, del qual forma part el planell de la Creu de can Sabater (Cruïlles).

Així mateix, a la serra d'Arques es localitzen, sota el nivell anterior, diversos plans repartits entre 460 i 440 m. També són presents als Àngels.

El planell de Camós dels Alls (Cruïlles) forma part d'un conjunt poc freqüent de plans, els quals s'agrupen entre 420 i 380 m.

El primer grup de superfícies d'aplanament d'àmplia distribució a tot el massís és el repartit entre 380 i 340 m. Formen part d'aquest nivell, entre altres, els plans de Sant Miquel (Girona), el de can Pons (Santa Cristina d'Aro), el de can Torres (Quart), el de Sant Mateu de Montnegre (Quart) i el de Sant Cebrià de Lledó (Cruïlles).

També és de molta presència el nivell situat entre 340 i 300 m, visible a Romanyà de la Selva (Santa Cristina d'Aro), a can Dalmau (Cruïlles), a can Xaix (Cruïlles), a sa pla de Viafora (Cruïlles), a can Alenyà (Cruïlles), al replà d'en Preses (Quart), a ca n'Estivalca (Quart), a Montnegre (Quart), a la serra Llonga (entre Santa Cristina i Castell d'Aro), a can Castelló (entre Cassà i Cruïlles), al pla del Descàrrec (Fonteta) i a la casa de les Figues (Girona), entre altres indrets.

Molt menys abundants són els planells situats entre 300 i 280 m, entre els quals destaca el pla de la serra Llarga (Fonteta).

Un altre conjunt important de plans es situen entre 280 i 240 m, entre els quals hi ha el de la muntanya del Castell (Celrà), el que constitueix les

Superfície d'aplanament. Mas Mont (Calonge).

planes d'en Torroella (Fonteta), el de Fitor (Fonteta), Montnegre (Quart) i a can Mont (Calonge), entre altres paratges.

Alguns planells es situen entre 240 i 220 m, entre els quals cal assenyalar el de Castellar de la Selva (Quart).

El nivell entre 220 i 175 m està també molt ben representat a les Gavarres. Entre altres, en formen part els plans de can Mascort (Quart), de Folgueroles (Fonteta), de can Cava-roques (Sant Sadurní de l'Heura), de la font d'en Bota (Celrà), veïnat de Matamala (Cassà de la Selva), veïnat de Panedes (Llagostera), al mas Morer (Castell d'Aro) i al puig del mas Torrúbia (Madremanya), a més d'altres llocs.

A un nivell entre 175 i 140 m pertanyen, entre altres, els plans de les Vinyes d'en Rius (Mont-ras), els de Sant Cristòfol (Llambilles), el de can Vilar (Llambilles) i el de can Boscà (Sant Sadurní de l'Heura).

Els planells situats entre 140 i 110 m són també abundants. En formen part, entre altres, els plans del mas Pallí (Calonge), el de Sant Joan (Juià), el de ca l'Ermità (Sant Sadurní de l'Heura), el del mas Rosselló (Sant Sadurní de l'Heura), i els de Sant Sadurní de l'Heura.

Entre 110 i 60 m se situa un altre nivell de superfícies d'aplanament, el qual es troba representat sobretot a les vores de les Gavarres. Formen part d'aquest nivell, entre altres, el pla dels Trullars (Torrent), el de Sant Pol (la Bisbal) i el de can Botó (Cruïlles).

Les superfícies d'aplanament situades a 40 i 25 m es troben a l'interior del corredor de Palafrugell i a la línia de costa. En són representants els planiols de la Bonida (Torrent) i els repartits entre Platja d'Aro i el Comptat Sant Jordi (Calonge).

Finalment, hi ha un conjunt de superfícies planes entre 25 i 10 m, confinades a la línia de costa i, a vegades, associades a penya-segats retrocedits. N'és un exemple el pla de Santa Maria del Mar (Calonge).

D'altra banda, són freqüents a tot el massís les associacions de carenes de traçat horitzontal i de cims d'alçada similar. Les alçades a què apareixen solen coincidir amb els nivells d'aplanament establerts. Probablement corresponen a restes molt desmantellades d'antigues superfícies d'aplanament.

Els nivells de cims més enlairats es localitzen a la serra d'Arques (Cruïlles). En aquest indret es troba el nivell entre 530 i 510 m, constituït pels cims de la Gavarra (537 m), l'Aiguaró (533 m), l'Arques (531 m), el de l'Hostal de les Gavarres (526 m) i el del Moro (519 m), entre altres.

A la mateixa serra d'Arques hi ha encara dos altres nivells de cims, entre 510 i 490 m i entre 490 i 460 m. Ambdós es localitzen a les rodalies de can Sabater (Cruïlles).

Algunes carenes planes entre 460 i 440 m es troben a les rodalies dels Àngels (Sant Martí Vell).

Al nivell entre 420 i 380 m corresponen, entre altres, les carenes de can Carreres (Cruïlles), com també els cims situats entre el mas Roure i Sant Mateu de Montnegre (Quart).

El pla de Llagostera (Quart), és una llarga carena subhoritzontal i plana, que forma part d'un nivell entre 380 i 340 m, al qual també pertany, entre altres, la carena del puig Cargol (Calonge).

Les carenes de can Seguer (Cruïlles) pertanyen al nivell entre 340 i 300 m, així com la del puig de les Teixoneres (Quart), entre altres.

Molt freqüent és el nivell entre 300 i 280 m, al qual pertanyen les carenes del camí de can Ribot i del puig Ribot (Fonteta), així com la de l'oest de can Barrombo (Quart).

També són abundants les carenes horitzontals entre 280 i 240 m, entre les quals cal esmentar la de Santa Llúcia de l'Arboç (la Bisbal) i la de la muntanya de la Ganga (Calonge).

Al nivell comprès entre 240 i 220 m pertanyen, entre altres, la llarga carena del sud de can Mascort (Quart) i la de sota el puig Boi (Quart).

Molt abundants són les carenes situades entre 220 i 175 m, entre les quals hi ha la de sobre Sant Mateu de Vall-llobrega, la de can Mercader (Cruïlles) i la de la muntanya de Sant Julià de Ramis.

A un nivell entre 175 i 140 m pertanyen, entre altres, les carenes del nord de Campdorà (Girona); i del sud del mas Rostei (Cruïlles).

Finalment, entre 140 i 110 m es localitzen, entre altres, les carenes del puig Cabrer (Calonge), de can Sellers (la Bisbal).

A banda de les superfícies de disposició subhoritzontal hi ha diversos plans lleugerament inclinats, que en conjunt corresponen a glacis d'erosió o pediments desmantellats en major o menor grau.

Es tracta de superfícies d'erosió planes i disposades amb una lleugera inclinació vers el nivell de base local, que poden haver estat afaiçonades tant sobre roques resistents com damunt materials tous. Típicament se situen al peu d'una zona muntanyosa, enllaçant amb una zona plana.

Entre Cassà i Llagostera, el contacte entre el massís de les Gavarres i la depressió de la Selva s'estableix mitjançant un pediment esculpit sobre granodiorites alterades i sobre sediments del Pliocè. Constitueix una gran superfície plana, inclinada cap al sud-oest, de més de 6 km de llarg, per uns 9 km d'amplada. El seu pendent màxim és del 3,5%, i el mínim del 1,5%. La part més alta d'aquest pediment se situa a uns 220 m d'alçada, al peu dels primers contraforts importants de les Gavarres. La seva part baixa connecta amb la plana al.luvial de la riera Gotarra, a 120 m d'altura. Les rieres que desaigüen cap a la depressió de la Selva (rieres de Banyaloca i de la Verneda) s'han encaixat uns pocs metres en aquest glacis erosional. El Ridaura i alguns cursos afluents (riera de Salenys), l'han

tallat fortament, donant una sèrie de valls profundes que el limiten pel sud.

Altres pediments es localitzen a l'extrem nord-occidental de la serra de les Gavarres, concretament a Sant Julià de Ramis i entre Celrà i Sant Martí Vell. Apareixen també més a l'est, entre can Vidal (Madremaya) i el veïnat de Sies (Monells). En tots aquests casos, es tracta de superfícies planes lleugerament inclinades, molt degradades pels torrents actuals.

El pediment de la muntanya de Sant Julià de Ramis es situa entre 120 i 80 m, damunt les argiles i graves del Neogen. Aquest glacis erosional arrenca del contacte amb els materials del Paleozoic, davallant vers el nord-est, cap a la plana baix-empordanesa.

Els glacis d'erosió de Celrà i Sant Martí Vell es troben entre 150 i 100 m, sobre sediments de l'Eocè i del Pliocè, així com damunt els afloraments de roques volcàniques neògenes. Arrenquen del contacte amb les roques paleozoiques, davallant vers el nord/nord/est, cap a la plana del Baix Empordà.

Els pediments del mas Vidal (Madremanya) i del veïnat de Sies (Monells), es situen entre 150 i 100 m, havent-se modelat sobre les graves i les argiles del Pliocè, així com, localment, damunt les pissarres del Paleozoic. En conjunt cabussen cap al sud-est, vers la llera del Rissec. Aquests glacis es troben just sota la superfície d'aplanament del puig del mas Torrúbia (Madremanya) (190-180 m), modelada també sobre els sediments pliocènics.

La datació dels diferents nivells de superfícies d'aplanament i de glacis d'erosió resulta sempre difícil, donada la manca de dades per establir-la de forma absoluta. Basant-nos en criteris relatius, com l'edat dels materials en que els planells es modelen o la dels sediments que els cobreixen, podem arribar a assignar una edat concreta a alguns d'aquests planells. Cal no perdre de vista que les alçades de les diferents superfícies poden haver estat modificades per efecte de la tectònica, fet pel qual la generalització de les dades cronològiques pot ser incorrecta. En el cas concret de les Gavarres la relació entre les superfícies d'aplanament i les falles alpines és difícil d'establir de forma concloent, però hi ha indicis per suposar que les planes són posteriors a les fractures. Si bé és cert que alguns planells queden limitats de forma brusca per falles, com els plans del Descàrrec (Fonteta) i de can Bassets (Cassà de la Selva), aquest límit sempre ve marcat per diferències litològiques notables. Així, el pla del Descàrrec (Fonteta) (310-300 m), excavat sobre pissarres, limita bruscament pel sud -seguint el traçat d'una falla-, amb el relleu del puig Ribot, on afloren esquists i quarsites. A can Bassets (Cassà de la Selva), un pediment situat entre 220 i 140 m, modelat sobre granodiorites, limita pel

nord-est -sobre una falla-, amb un sector muntanyós constituït per esquists i cornianes. A més, el pediment de can Bota (Cassà de la Selva) és tallat en dues parts per la mateixa falla que limita el de can Bassets, sense que hi hagi cap variació significativa en l'alçada de les dues porcions de pediment. Cal tenir en compte que els torrents solen canalitzar-se seguint el traçat de les falles, de manera que aquests accidents tectònics sovint constitueixen la base de les incisions que converteixen les grans superfícies d'aplanament en un seguit de planells.

Donat que la tectònica alpina va reduir la zona estudiada a un mosaic de blocs desnivellats, és impossible reconèixer superfícies anteriors segons només a un criteri altitudinal. En qualsevol cas, no hem observat restes de superfícies d'aplanament a la base dels sediments terciaris, que existeixen, en canvi, en massissos propers com el de les Guilleries.

Alguns plans corresponents al nivell entre 220 i 175 m, com també molts dels que hi ha per sota d'aquest nivell, estan modelats sobre els sediments del Pliocè superior. Lògicament cal atribuir-los al Quaternari. El planell de la font d'en Bota (Celrà), situat entre 210 i 200 m, està cobert per dipòsits col.luvials amb nòduls i crostes de carbonat de calç, que són de l'interglacial Mindel-Riss o posteriors. Així doncs, algunes de les superfícies post-pliocèniques són clarament anteriors al Plistocè superior, i contemporànies o anteriors al Plistocè mitjà.

Els planells situats per sota de 40 m, localitzats dominantment a la línia de costa, es troben sovint associats a penya-segats retrocedits o morts. Es tracta de superfícies d'abrassió marina, elaborades durant el Plistocè superior.

Els nivells d'aplanament que es localitzen per damunt dels 220 m estan modelats sobre materials del paleozoic, i per tant només és possible determinar-ne l'edat relativa seguint un criteri altitudinal. Atès que els sediments detrítics del Pliocè provenen d'una àrea font molt proximal, situada a les actuals Gavarres, i atès que impliquen una forta erosió de la mateixa, cal situar la formació de la major part d'aquests nivells d'erosió a aquest període.

Pel que fa als glacis d'erosió, són clarament posteriors al Pliocè superior, perquè estan modelats sobre els sediments d'aquest període. Igual que les superfícies situades per sota els 220 m, s'han generat durant el Quaternari. Els pediments del mas Vidal (Madremanya) i del veïnat de Sies (Monells) no poden ser datats amb més exactitud. Sobre l'edat del glacis de Sant Martí Vell, de Celrà i de Sant Julià de Ramis, en canvi, es poden fer algunes precisions. En concret, són anteriors al glacis de Celrà i a la terrassa T2 del Ter (datada de fa uns 90.000 anys), essent doncs, anteriors al Plistocè superior. D'altra banda, l'alçada de la part més baixa

d'aquests glacis coincideix, a grans trets, amb l'alçada relativa de la terrassa T3' del Ter, raó per la qual deuen pertànyer al Mindel (Plistocè mitjà).

Pel que fa al gran pediment situat entre Cassà de la Selva i Llagostera, alguns autors (SOLÉ SABARÍS i LLOPIS LLADÓ, 1939) l'han considerat part d'una superfície d'erosió pre-pliocènica, la qual va ser recoberta pels sediments del Pliocè i, finalment, exhumada en part durant el Quaternari. Al nostre entendre, però, no es tracta d'una superfície exhumada, sinó d'un nivell d'erosió modelat indistintament sobre els granitoides alterats i sobre els sediments del Pliocè. D'una banda, el fet que no existeixi cap ressalt entre ambdós tipus de material; i d'altra, l'absència de tossals de sediments del Pliocè sobre les granodiorites, ens fan concloure que aquest pediment és postpliocènic. Lògicament és anterior a l'encaixament del Ridaura, i als al.luvials de les rieres de la Verneda i de Banyaloca.

7.2.2.- MODELAT FLUVIAL I TORRENCIAL

Els processos d'erosió que predominen al massís estudiat corresponen a les aigües d'escorrentia superficial, les quals són drenades per una xarxa espessa de torrents distribuïts en diverses conques hidrogràfiques. La litologia i l'estructura condicionen en bona part les característiques d'aquesta xarxa, d'un marcat caràcter torrencial per les imposicions climàtiques imperants.

7.2.2.1.- Conques hidrogràfiques

En funció de la idiosincràsia dels cursos d'aigua sobresortints, i de les unitats geogràfiques on aquests vessen les seves aigües, s'han diferenciat un total de 10 conques hidrogràfiques a l'àmbit de la zona estudiada.

a) Conca del riu Onyar

Ocupa una superfície, dins el context de la zona estudiada, de 112,5 km^2, essent la segona en importància del massís de les Gavarres, per l'àrea que cobreix. Se situa al marge occidental del massís, al límit amb la depressió de la Selva, de la qual constitueix el drenatge principal. L'Onyar és tributari del riu Ter, amb el qual s'ajunta després de travessar la ciutat de Girona. Formen part d'aquesta conca, a banda del mateix Onyar, la riera de Banyaloca, la de la Verneda, la Seca, el Bugantó, la riera de la Rabassa, la del Corb i la de Celré, entre les més importants. La xarxa de drenatge de la conca de l'Onyar és, a grans trets, de tipus dendrític i espès a la part muntanyosa, on els cursos principals s'orienten cap al sud-oest seguint el pendent principal. En detall, aquesta xarxa dendrítica és molt variable d'una riera a l'altra. Així, la riera de Banyaloca presenta un drenatge format per torrents allargats, poc ramificat i de traçat

subparal.lel, desenvolupats només a la seva riba dreta; la riera de Vilallonga, tributària de la de la Verneda, té una xarxa de torrents curts, divergents i bifurcats; la riera de Celré, finalment, presenta una xarxa constituïda per torrents principals molt llargs i ramificats, mentre que els tributaris són curts i gens bifurcats.

En arribar a la plana de la depressió de la Selva tots els torrents giren vers el nord i configuren un drenatge paral.lel i espaiat. Aquest gir, que arriba a ser de 180º a la riera de Celré, és degut a la influència de l'estructura tectònica de la depressió (MAS *et al.*, 1985), que s'ha traduït en una direcció preferent de captura. D'altra banda, l'enreixat de fractures ha condicionat el traçat d'algunes de les rieres principals d'aquesta conca, que presenten un curs sensiblement rectilini (riera de la Verneda). Els petits torrents tributaris s'orienten sobre les falles de disposició ortogonal respecte als cursos principals, i és possible resseguir el traçat d'aquests accidents tectònics al llarg de les diferents conques de les rieres subsidiàries de l'Onyar.

L'Onyar, poc abans d'arribar a la seva desembocadura al riu Ter, travessa les calcàries paleògenes de la Formació Girona, generant un estret congost. Es tracta, com molt bé assenyalen MAS *et al.* (1985), d'un cas d'epigènesi, que indica la direcció cap al nord del riu, coincident amb l'actual, quan la depressió de la Selva estava recoberta fins a una cota molt més alta pels sediments pliocènics.

b) Conca del riu Ter

Cobreix uns 69,5 km^2 de la zona estudiada, sense tenir en compte l'àrea del seu afluent Onyar, la qual considerem a part. Se situa al vèrtex nord-occidental de les Gavarres, a les proximitats del curs del propi riu Ter. Aquesta conca està constituïda, entre d'altres, per la riera de Galligants, la de Mavalls, la de les Alzinetes, la de Palagret, la de Gatell, la de Valldemià i la de Sant Martí Vell, totes situades a la riba dreta del Ter. De la riba esquerra només comprèn la part final del riu Terri, a les immediacions de la seva desembocadura al Ter.

La xarxa de drenatge present en aquesta conca hidrogràfica és de tipus dendrític, ramificat i divergent a la seva meitat meridional, ubicada a l'interior del massís de les Gavarres; esdevé de tipus paral.lel a la zona nord, quan forma part de la plana del Baix Empordà. La direcció dels cursos principals és sensiblement cap al nord, excepte a les rodalies de la ciutat de Girona on es dirigeixen vers l'oest. Els colzes de captura són freqüents; no s'observa cap direcció preferent en la seva disposició. Les falles conformen el traçat rectilini d'algunes rieres, com les de Galligants i Mavalls.

El Ter entra a la depressió de la Selva orientat cap a llevant. En fregar

les calcàries eocenes de Girona, punt on se li ajunta l'Onyar, gira vers el nord seguint la direcció d'aquest afluent. Uns 6 km aigües avall retorna cap a l'est, travessant les dures capes calcàries de l'Eocè i les pissarres del Paleozoic, abans de desguassar a la plana baix-empordanesa. El seu pas a través dels materials metamòrfics té lloc en un estret congost, que individualitza la muntanya de Sant Julià de Ramis, constituïda per materials paleozoics, de la resta de massís gavarrenc. El riu Ter mostra, doncs, un cas d'epigènesi similar al del riu Onyar, però molt més accentuat, el qual ja va ser assenyalat per SOLÉ SABARÍS i LLOPIS LLADÓ (1939). El seu pas pel Congost, topònim que evidència perfectament bé la configuració morfològica d'aquest indret, és degut al fet que el curs d'aquest riu es va establir quan la muntanya de Sant Julià de Ramis, a l'igual que la resta de depressió de la Selva, estaven tapades per dipòsits del Pliocè. Els petits residus de sediments del Pliocè que romanen al cim de la muntanya de Sant Julià, a uns 100 m per sobre del curs actual del Ter, són testimonis d'aquest recobriment.

c) Conca del riu Rissec

La conca del Rissec ocupa una superfície de 25,4 km^2, localitzant-se a la vora septentrional del massís de les Gavarres. Si bé dins l'àmbit de la zona estudiada es pot considerar el Rissec com una unitat independent, cal tenir en compte que és un afluent del riu Daró. Així mateix, cal destacar que és el segon curs torrencial més llarg dels que neixen a les Gavarres, amb un recorregut total de 14,3 km.

Es tracta d'una conca orientada cap a l'est, amb una xarxa de drenatge de tipus dendrític, espaiat i poc ramificat a la meitat occidental, molt muntanyosa; i de caire paral.lel a l'oriental, més plana. No s'hi observa cap direcció de captura preferent. Es una conca amb un escàs control estructural, on molt pocs torrents s'orienten segons fractures. Només la riera de la font Picant de Madremanya i alguns cursos menors propers s'han establert damunt falles importants.

d) Conca del riu Daró

Comprèn una superfície de 116,7 km^2, la més gran de les Gavarres, de les quals ocupa una bona part del seu sector central. El Daró és també el curs fluvial més llarg dels nascuts en aquest massís, amb 26 km de recorregut parcial des del seu naixement fins a la intersecció amb el Rissec. Es un riu parcialment tributari del Ter, al qual està connectat en part mitjançant un canal artificial.

S'integren també a la conca del riu Daró els torrents Ritort i d'en Genoer, com també les rieres del Vilar, de Sant Pol, de la Marqueta, de la Cavorca, de Fitor i de Vulpellac, entre les més importants.

La xarxa de drenatge d'aquesta conca hidrogràfica és, en la major

part, dendrítica, amb torrents de traçat sinuós, ramificats i divergents. La riera Boscana, presenta un drenatge dendrític a base de torrents rectilinis, divergents, molt ramificats i bifurcats. Localment hi ha cursos sotmesos a les imposicions de l'estructura tectònica, de traçat rectilini, com els de la riera de Santa Llúcia de l'Arboç, de Fitor i de la Cavorca. A la part més septentrional, al contacte amb la plana del Baix Empordà, la xarxa és irregular i molt espaiada, a vegades de tendència paral.lela, tal com succeeix a les immediacions de Cruïlles. Les captures hi són freqüents i irregularment distribuïdes.

El Daró pren inicialment una direcció nord-oest, seguint el traçat d'una important fractura. Uns 5 km aigües avall deixa l'esmentat accident tectònic i torça vers el nord, orientació que segueix fins que, a uns 3 km més avall, gira vers el nord-est, direcció que ja no deixa fins a connectar, per mitjà d'un canal artificial, amb el riu Ter.

e) Conca de la riera de Peratallada

La conca de la riera de Peratallada ocupa una superfície de18,4 km^2. Se situa al vessant septentrional de les Gavarres, prop del límit amb el corredor de Palafrugell. Es tributària del Daró, al curs del qual s'ajunta a la zona palustre de Pals, fora de la zona estudiada. Formen part d'aquesta petita conca, a més de la riera de Peratallada, el torrent de Jonquet, la riera d'en Vidal, la d'en Torró i la d'en Serra.

El drenatge dominant és de tipus dendrític molt poc espès, amb canals rectilinis, subparal.lels, molt allargats i escassament ramificats. A la part més meridional de la conca, que correspon a la zona més muntanyosa de la mateixa, la xarxa és més espessa i ramificada. El torrent de Jonquet té un traçat lineal, ja que s'ha modelat sobre una fractura.

f) Conca de la riera Grossa de Pals

L'àrea de la conca de la riera Grossa és de 57,1 km^2. Aquesta riera drena la meitat septentrional del corredor de Palafrugell, i desguassa al riu Daró, molt a prop de la seva desembocadura a la Mediterrània. S'hi vessa aigua provinent de les Gavarres i també del massís de Begur.

A més de la riera Grossa, en formen part les de la Bornida, de Llofriu, d'Esclanyà, de Salt ses Eugues i del Caramany, entre altres.

La xarxa és dendrítica, poc ramificada i divergent a les zones muntanyoses. A la plana és irregular, havent estat molt modificada per efecte de l'home. La direcció dominant del drenatge és, a la majoria dels torrents, cap al centre de la depressió. Una vegada arriben a l'eix del corredor de Palafrugell, el seu curs experimenta un gir vers el nord, direcció dominant del drenatge en la zona plana.

g) Conca de la riera de l'Aubí

Ocupa una superfície total de 42,6 km^2, drenant la meitat meridional

del corredor de Palafrugell. L'Aubí, que és el curs principal, desemboca a la platja de Palamós, després de recórrer 8,5 km. Entre els afluents de l'Aubí cal destacar les rieres de Torrentbó, de Vall-llobrega, de Bell-lloc i de Canyelles, aquest darrer pertanyent al massís de Begur.

A les capçaleres del cursos de la riba esquerra de l'Aubí, els quals neixen a les estribacions orientals de les Gavarres, el drenatge és dendrític, constituït per torrents sinuosos poc ramificats. A l'altra riba i a la zona central del corredor de Palafrugell, el drenatge és molt poc espès i de tendència paral.lela. S'observa que els cursos que baixen de les Gavarres fan un cert gir, poc acusat, cap al sud-oest, direcció predominant en la conca.

Cal assenyalar que part de l'aigua de l'Aubí és desviada mitjançant un canal artificial cap a la riera de Castell, la qual forma part de les conques hidrogràfiques litorals del massís de Begur.

h) Conca de la riera de Calonge

Comprèn una àrea total de 58,8 km^2. La constitueix les subconques de la riera de Calonge i del rec Madral, que desemboquen a la platja de Sant Antoni de Calonge de forma independent. El rec Madral va ser connectat artificialment a la riera de Monells, de la qual constitueix ara el seu principal tributari. De la conca de la riera de Calonge destaquen els cursos de les rieres dels Molins, del mas Cases, del mas Riera, de la Ganga, de Camós, de Rifred i del Tinar, com també el torrent de Folc, entre els més importants.

La xarxa és de tipus dendrític, divergent i bastant ramificada al sector muntanyós, on els cursos principals són sinuosos com el de la riera de Camós, o rectilinis com el de la riera dels Molins. Localment s'observa un drenatge rectangular, constituït per un entrellaçat ortogonal de torrents, molt influït per l'estructura tectònica, com al torrent de Folc. A la plana, el drenatge pren un caire subparal.lel, conseqüència del retoc intens que ha sofert per l'home.

La riera dels Molins presenta un traçat sud-est, canalitzat per una important fractura, des del seu naixement fins a l'alçada de Santa Maria de Fenals, on gira bruscament cap al nord-est, per efecte d'una antiga captura. Fins a la vila de Calonge manté la direcció nord-est, on desemboca a la riera de Calonge, la qual té un traçat uniforme cap al sud-est.

i) Conques de les rieres litorals de les Gavarres

Es tracta d'un petit conjunt de rieres que desguassen directament a la Mediterrània, localitzades a la part marítima del massís de les Gavarres. El conjunt de les seves conques hidrogràfiques ocupa una superfície de 8,2 km^2.

En formen part les rieres de Fenals i d'en Massoni, que són les més

importants. El recorregut és curt i la xarxa de drenatge de tipus dendrític, poc ramificada i molt poc densa. Cal fer notar el colze de captura de la riera d'en Massoni, la qual, després de mantenir un traçat rectilini perfectament dirigit cap a l'est, gira vers el sud, per anar a desembocar a la platja de can Cristus.

j) Conca del riu Ridaura

Ocupa una superfície de 34,1 km^2 del massís de les Gavarres. El Ridaura drena la vall d'Aro, desembocant a la platja del mateix nom. Entre els afluents del Ridaura que neixen a les Gavarres cal destacar les rieres de Salenys, de Canyet i de Malany, i el torrent de la Coma.

La xarxa que presenta és, a la zona més muntanyosa, de tipus dendrític, amb torrents llargs, subparal.lels i poc ramificats. A la zona d'enllaç amb la plana el drenatge és paral.lel i molt espaiat. Molts dels cursos secundaris d'aquesta conca, com els de Salenys i de Canyet, presenten un traçat rectilini imposat pels accidents tectònics.

El Ridaura, de direcció est-oest a la zona estudiada, presenta un marcat colze de captura, descrit per SOLÉ i LLOPIS (1939) i estudiat en detall per PALLÍ (1966). Des del seu naixement pren un curs cap al nord-oest, girant després lentament vers el nord. A les immediacions de la vila de Llagostera torç sobtadament cap a l'est, direcció que ja no abandona fins a la seva desembocadura. Després de l'esfondrament de la depressió d'Aro durant el Pliocè, el Ridaura ha anat capturant diferents cursos tributaris de l'Onyar, en un primer moment uns que drenaven el massís d'Ardenya; després, alguns dels que baixaven de les Gavarres (PALLÍ, 1966).

7.2.2.2.- Formes fluvials i torrencials

Com a resultat de l'acció dels torrents es generen un seguit de formes, les més significatives de les quals són les valls. Les característiques de les valls que travessen el massís estudiat varien notablement en funció del material en què s'excaven, de manera que poden ser agrupades segons aquest paràmetre litològic.

Les valls desenvolupades sobre roques metamòrfiques són de forma de V, profundes, estretes i encaixades. Delimiten uns interfluvis també estrets, molt rosts o fins i tot escarpats, amb vessants lineals o convexos. En general són valls simètriques, si bé puntualment presenten una marcada asimetria a causa de contrastos litològics, com succeeix a la riera de can Amic (la Bisbal); a la del Vilar, prop del coll de la Ganga (la Bisbal); a la riera de Mavalls (Celrà); a la riera de Galligants, prop de la font dels Lleons (Girona). Altres casos d'asimetria, també relacionats amb contrastos litològics, impliquen materials no metamòrfics en un dels costats de la vall, com passa al Rissec a l'alçada de can Bosc de Baix (Sant

Sadurní de l'Heura), on la riba esquerra del riu, afaiçonada en pediment sobre pissarres, és més rosta que la dreta, modelada en superfície d'aplanament sobre sediments del Pliocè. Moltes rieres de les conques de l'Aubí i de la riera Grossa de Pals, excavades en roques metamòrfiques, presenten una notable asimetria en les seves valls, originada per la presència de dipòsits col.luvials amb crostes i nòduls de carbonat de calç, com és el cas de la riera de Torrentbó (Mont-ras), entre d'altres. Aquests dipòsits col.luvials -amb una influència eòlica important en la seva gènesi- se situen sempre al costat nord de la vall, mentre que el sud, més rost, es modela directament sobre la roca nua.

Les valls formades sobre roques plutòniques alterades són de morfologia en V o en bressol, en general poc encaixades. Els interfluvis són arrodonits, de vessants còncaus. A vegades hi ha aixaragallaments importants, com als Solells d'en Barri (entre Cruïlles i Cassà de la Selva). Són pocs els casos d'asimetria notable en aquestes valls, localitzats, entre altres indrets, a la riera del mas Cases, justament a l'alçada d'aquest mas (Santa Cristina d'Aro), deguda a una petita superfície subhoritzontal modelada per la mateixa riera, situada al marge esquerra de la vall. A la riera del barri Molines (Mont-ras) l'asimetria és deu a la presència de dipòsits col.luvials amb nóduls i crostes de carbonat, aflorants al seu marge esquerre, de pendent molt més suau que al dret, excavat en els granitoides. Aquesta mateixa causa genera l'asimetria de la vall de la riera d'en Massoni (Calonge).

Les valls excavades sobre roques plutòniques resistents són en forma de V, estretes i encaixades. Els interfluvis són també estrets, amb vessants rosts i convexes. No s'han detectat asimetries notables en cap d'aquestes valls.

Les valls modelades en sediments terciaris són amples, gens encaixades, de poca entitat i a vegades de traçat poc definit. Tenen forma en V molt oberta o en bressol. Sovint estan totalment reblertes de dipòsits col.luvials i al.luvials, prenent una morfologia de fons pla. Localment les lleres s'encaixen uns metres sobre materials tous, o bé hi desenvolupen un aixaragallament important, com a la vall de Sant Daniel (Girona). Els interfluvis són molt plans, modelats en forma de superfícies d'aplanament. Les asimetries en aquestes valls són degudes a contrastos litològics, sobretot quan limiten els sediments terciaris dels materials paleozoics, com és el cas del Rissec, ja esmentat anteriorment.

Les valls existents sobre materials quaternaris són molt amples, arriben a constituir veritables planes al.luvials, com les dels rius Onyar, Ter i Daró. Les lleres dels cursos més importants solen estar encaixades alguns metres en els diferents dipòsits quaternaris, com les del Ridaura, del Daró

i del Rissec, així com els de les rieres de Palagret, de Sant Martí, Grossa de Llofriu, Torrentbó, de Bell-lloc, del Tinar, de Peratallada, entre moltes altres.

Independentment de la constitució litològica del terreny, apareixen un reguitzell de valls en forma de V parcialment reblertes de dipòsits col.luvials, sovint barrejats amb materials al.luvials. La forma d'aquestes valls es modifica pel que fa al seu fons, que adopta una faiçó plana. En són alguns exemples les valls de can Molines (Cruïlles), de ca l'Obert (Cruïlles), de can Torroella (Fonteta), del mas Teixidor (Fonteta), de can Boada (Sant Martí Vell) i de can Matas (Cassà de la Selva).

A les zones on hi ha vessants rosts, l'aigua es canalitza mitjançant torrents de fort pendent, els quals són molt abundants arreu dels massissos estudiats. Solen ser curts, rectilinis i poc encaixats.

Altres formes relacionades amb el modelat torrencial i fluvial són els saltants d'aigua, poc freqüents al massís estudiat. Tots els saltants localitzats són de pocs metres, tot i haver-se generat per contrastos litològics importants. Els més importants són els de la riera de can Molines (Montras), de Bell-lloc (Palamós), de Vallvanera (Platja d'Aro), de cal Rei (Santa Cristina d'Aro), de Roca Filanera (Sant Sadurní de l'Heura), del puig Dalmau (Cruïlles), de la font d'en Calvell (Celrà) i del puig de Llavaneres (Madremanya).

Finalment, cal assenyalar l'existència de motes naturals, localitzades a la riera del pla Gorgoll (Palamós).

7.2.3.- MODELAT DELS VESSANTS

Els processos de meteorització i d'erosió determinen el modelat dels vessants. La meteorització permet la formació de nous materials, d'escassa cohesió, produïts per l'alteració de les roques preexistents. Aquests detritus són traslladats pendent avall per efecte de l'impacte de les gotes de pluja, per l'aigua d'escorrentia o bé per processos gravitatoris. Cal afegir a aquesta llista els processos eòlics, que actuen de manera localitzada però amb una certa intensitat.

La forma final dels vessants és, en bona part, un reflex de la major o menor resistència de les roques que el constitueixen, a ser atacades pels processos de meteorització i d'erosió. Per aquesta raó, es tracten per separat les característiques morfològiques dels vessants afaiçonats sobre cada conjunt de roques present a la zona estudiada. Abans, però, cal tornar a fer esment dels vessants rectilinis, associats als pediments, i dels vessants esglaonats, relacionats amb diferents nivells d'aplanament, ja tractats en capítols anteriors i localitzats sobre qualsevol mena de roca.

Les roques metamòrfiques presenten, en general, vessants de forma convexa, que enllacen unes carenes arrodonides, fins i tot planes, amb

unes valls de parets rostes, a vegades escarpades. Entre els nombrosos vessants d'aquest tipus hi ha els de can Valls (Girona), del puig de les Aligues (Girona), del puig d'en Llac (Sant Martí Vell), del puig del mas Montalt (Quart), de Sant Cristòfol (Llambilles), del puig de les Miloques (Cassà de la Selva), del veïnat de Matamala (Cassà de la Selva), del puig Gros (Fonteta), del puig Cargol (Calonge), de la serra de Calç (Fonteta) i del mas Crosos (Cruïlles). En determinades zones són abundants els vessants rectilinis, sempre molt rosts, com els del costat septentrional de la serra de la Mare de Déu dels Àngels (Sant Martí Vell) i els septentrionals i meridionals de la serra del puig d'Arques (Cruïlles). També es donen, entre altres indrets, a la muntanya del Congost (Celrà), a la riera de les Mines (entre Celrà i Girona), al puig Montigalà (Quart), a la serra del Suro Robat (Quart) i al puig de Llavaneres (Madremanya). En aquestes tres darreres localitats les acumulacions de fragments de roca gelivats juguen un important paper en la regularització dels vessants, els quals, a més de ser lineals i rosts, es caracteritzen per presentar prominències rocoses. Els vessants que enllacen la serra dels Perduts (la Bisbal) amb la riera del Vilar, orientats a ponent, són còncaus. Cal atribuir aquesta geometria inusual al fet que s'hagin modelat sobre esquists grauvàquics i quarsfeldspàtics molt descompostos i disgregats. Esporàdicament apareixen vessants mixtos convexos-lineals, com al Vilar (Cruïlles). També hi ha alguns vessants convexos-còncaus, com els del puig Vidal (la Bisbal).

Les roques plutòniques alterades es caracteritzen per presentar vessants còncaus, de poc pendent, que connecten carenes molt arrodonides amb valls amples. En són alguns exemples els del mas Salvador (Santa Cristina d'Aro), de can Pujol (Santa Cristina d'Aro), de Sant Mateu de Montnegre (Quart) i del torrent de Folc (Calonge). A vegades aquests vessants estan recoberts de boles granítiques residuals, com els del mas Roselló (Calonge) i de can Rusques (Platja d'Aro). Les roques plutòniques inalterades permeten l'existència de vessants lineals molt rosts, sovint associats a prominències rocoses, com els de Castell-barri (Calonge) i del puig de Roca de Malvet (Santa Cristina d'Aro).

Les roques sedimentàries del Paleogen i del Neogen es caracteritzen per tenir vessants còncaus, de pendent molt suau, que enllacen carenes subhoritzontals amb valls molt amples. Es donen, per exemple, a les rodalies de Sant Sadurní de l'Heura, de Monells i de Cruïlles.

7.2.4.- MODELAT GRAVITATORI

La gravetat és la responsable última del desencadenament de tots els processos externs. Per ella mateixa, sense la intervenció d'altres agents tangibles, genera uns processos, els quals anomenem gravitatoris, que donen lloc a unes formes concretes. El modelat gravitatori no és, ni de

bon tros, tan caracteritzable com els engendrats per altres agents. A més, cal tenir en compte que les seves formes, tant d'erosió com d'acumulació, són ràpidament modificades per la resta de processos externs.

A la zona estudiada, el modelat gravitatori produeix algunes formes puntuals, molt sovint relacionades amb l'activitat humana.

Les formes més freqüents són les acumulacions de blocs de dimensions variables, dipositades al peu de prominències rocoses, de penya-segats litorals i d'escarpaments. El mecanisme de caiguda o despreniment, tant de fragments de roca aïllats com en forma massiva, es relaciona amb la meteorització de plans de discontinuïtat, generalment diàclasis, esquistositats i estratificacions. A l'efecte de la meteorització cal afegir-hi el de l'augment de pressió sobre els blocs, produïda per l'aigua continguda a les fissures, tant en forma líquida com sòlida. A les rodalies dels Àngels i del puig Redó (Sant Martí Vell), del puig de Llavaneres (Madremanya), dels puigs Montigalà i del Suro Robat (Quart) i del puig d'Arques (Cruïlles) són freqüents les acumulacions de fragments gelivats de roca, individualitzats sota unes antigues condicions de clima periglacial. A la riera de Palegret (Celrà) i a la muntanya de Sant Julià de Ramis hi ha processos de despreniment de blocs en escarpaments formats per l'erosió dels cursos fluvials. A banda dels casos referenciats, tots generats en condicions naturals, cal fer esment de despreniments rocosos afavorits per l'activitat humana, localitzats sobretot en les vies de comunicació. En són alguns exemples les caigudes de blocs del Congost (Celrà) i dels revolts de Torrent, com també les que hi ha repartides en diferents trams dels talussos de la variant de Girona de la Carretera Nacional II, quan passa per la vall de Sant Daniel.

Els lliscaments, tant rotacionals com traslacionals, són poc abundants al massís de les Gavarres. Els pocs exemples localitzats es troben sempre associats a carreteres, essent notables els de la variant de la Nacional II, al seu pas per la muntanya de Sant Julià de Ramis, desenvolupats en argiles del Neogen. En aquesta zona hi ha bons exemples de lliscaments rotacionals amb fluxions basals, que evolucionen cap a colades de fang.

Finalment, cal tornar a fer esment de les restes de dipòsits de solifluxió, produïts en èpoques periglacials, localitzats puntualment a alçades entre 350 i 300 m als voltants de la serra dels Àngels (Sant Martí Vell).

7.2.5.- MODELAT ESTRUCTURAL

Es tracten les formes relacionades amb les grans estructures presents al massís de les Gavarres. De totes les observades, les fractures i els estrats de disposició inclinada són les que configuren un modelat caracteritzable. Altres, com els plecs, no arriben a repercutir en el relleu actual.

Dos són els grans papers de les falles en l'afaiçonament d'aquest mas-

sís. El primer d'ells rau en la configuració geogràfica actual d'aquest sistema muntanyós, ja que són les falles les que l'han individualitzat de les planes veïnes, a la vegada que l'han compartimentat internament en blocs de menor entitat. El segon paper d'aquests accidents tectònics consisteix en la influència direccional que efectuen sobre l'erosió, fet que es tradueix en l'orientació de la xarxa hidrogràfica a la zona interior del massís i en la disposició de les cales a la línia de costa.

A l'entroncament entre la serralada Transversal i el massís de les Gavarres, prop de la ciutat de Girona, hi ha un sector on predominen les formes estructurals derivades de la presència d'estrats inclinats. Es tracta d'un modelat en rost, afaiçonat sobre les calcàries de la Formació Girona, inclinades uns 15° cap a l'oest, les quals queden en ressalt respecte les argiles, llims i conglomerats de la Formació Pontils. Els turons de Montjuïc i de Montilivi (Girona) són els dos principals relleus que constitueixen aquest rost. Els rius Ter i Onyar, i les rieres de Sant Miquel i de Campdorà, circulen en part en disposició subseqüent respecte l'estructura. Els cursos reseqüents i obseqüents són, en canvi, molt curts i d'escassa entitat. Cal assenyalar que alguns rius importants tallen transversalment el rost, com el Galligants, l'Onyar i el Ter, aquests dos darrers abans i després, respectivament, de circular en disposició subseqüent.

7.2.6.- MODELAT LITOLÒGIC

Es contemplen en aquest apartat les formes peculiars que es donen en els diversos tipus de roca presents en el massís de les Gavarres. S'estableix una divisió de les formes observades basada en les seves dimensions, de manera que es consideren macroformes aquelles que generalment són superiors a un metre i microformes les que són inferiors. La diferenciació entre macroformes i microformes respon, a banda d'un criteri de mida, al lloc que ocupen aquestes formes en la configuració del relleu (VIDAL ROMANÍ, 1989). Així, les macroformes, associades o aïllades, poden definir per si soles un paisatge, mentre que les microformes només li donen un cert grau de detall.

7.2.6.1.- Macroformes

Les macroformes es desglossen en tres grans conjunts segons si la seva disposició geomètrica és convexa, còncava o plana. Les tipologies observades de cada grup són les que hi ha a continuació.

a) Macroformes convexes

*Doms. Es tracta de formes en cúpula, limitades per parets corbes i llises. Es desenvolupen en zones del domini de diaclasat curvilini de descàrrega, mercès a la separació de grans llesques que segueixen aquests plans (disgregació en llesques). Els doms presents a la zona estudiada es localitzen únicament damunt roques plutòniques de composició granodio-

Dom amb blocs. Can Mont (Calonge).

rítica, i són de parets poc inclinades i de forma semiesfèrica. Es localitzen a can Mont i a can Boia (Calonge).

*Prominències rocoses arrodonides. Són formes de parets llises i vores arrodonides que es localitzen només sobre roques plutòniques. Són similars als doms, però de menors dimensions, ja que poques vegades assoleixen els 25 m de diàmetre. La seva geometria és variable, podent ser aplanades o cupuliformes. Ambdues solen presentar-se com a grans doms en procés d'exhumació, dels quals solament aflora la part més alta. Es troben, afaiçonades en granodiorites, a can Mont, Roquissar d'en Sala, puig Casademont, Castell-barri, mas Ambrós, mas Pallí, puig del Ronquill, cal Secretari, can Segarra i can Rosselló (Calonge); al mas Ros, sa Cova i can Rusques (Platja d'Aro); i al puig de les Teules (Santa Cristina d'Aro). Modelades sobre leucogranits es localitzen al puig Romaní i al puig de la Gelaberta (Platja d'Aro).

*Prominències rocoses irregulars. Són formes de dimensions mètriques a decamètriques i de geometria irregular, en general més altes que no pas amples. Es localitzen sobre roques resistents afectades per un enreixat espès de diàclasis de tendència vertical. Els plans de diaclasat permeten que les prominències es disgreguin paulatinament en blocs, evolucionant cap a formes més o menys estilitzades com agulles o monòlits, com les agulles de la cala del Paller (Calonge) i la del Cavall Bernat (Platja d'Aro), ambdues afaiçonades en granodiorites.

Les prominències rocoses apareixen aïlladament al Roquissar d'en Sala (Calonge), Castell-barri (Calonge) i al puig del Furroi (Santa Cristi-

Prominència rocosa irregular. Puig Romaní (Castell-Platja d'Aro).

na d'Aro), en granodiorites; a la font del Ferro, al puig Romaní i al puig de la Gelaberta (Platja d'Aro), així com a Roca Rovira (Santa Cristina d'Aro) i a la urbanització mas Nou (entre Platja d'Aro i Santa Cristina d'Aro), es troben sobre leucogranits; a Montnegre (Quart) es localitzen sobre granitoides cataclàstics; al puig Miró (Peratallada), al puig de Santa Susanna de Peralta, a can Lloret (Calonge) i a can Margarit de Baix (Calonge), es troben sobre dics de quars; en microgranits al puig de les Teixoneres (Quart) i al puig de les Teules (Santa Cristina d'Aro); a Camós dels Alls (Cruïlles), al puig de la Magrana (Peratallada), a can Sais de la Riera (la Bisbal), al puig Carreres (Cruïlles), a can Casals (Sant Julià de Ramis) i a ca l'Arnau (Sant Julià de Ramis), en quarsites; sobre cornianes quarsquiastolítiques es troben al puig Agudell (entre Mont-ras i Vall-llobrega); damunt conglomerats a cal Regidor (Cruïlles), a ca les Quimes (Quart) i a cal Ros (Quart); modelades en esquists motats a la riera de Palagret (Celrà) i al nord del mas Cabré (Vall-llobrega); i en cornianes calcosilicatades es troben al puig Cucalar (Mont-ras).

A vegades les prominències no es troben aïllades, sinó agrupades en zones de vessants rosts, com a les rodalies de les mines del Nen Jesús (Celrà), puig de Llavaneres (Madremanya), puig del Suro Robat (Quart) i puig Montigalà (Quart), damunt quarsites; i a Roca Rovira (Santa Cristina d'Aro), en leucogranits.

En altres ocasions es troben arrenglerades al llarg de pseudodics leucogranítics, com al puig de la Creu del Castellà (Calonge), de la urbanització mas Ambrós (Calonge), del puig del Ronquill (Calonge), de Castellbarri (Calonge), del puig d'en Pons (Santa Cristina d'Aro) i del puig Moliner (Santa Cristina d'Aro), entre altres llocs. Al puig de Roca Filanera (Cruïlles), al mas Vidal (Fonteta), a la serra Mitjana (Peratallada), a la Creu d'en Cabruja (Cruïlles), a cal Xupí (Cruïlles) i a Camós dels Alls (Cruïlles), a més d'altres indrets, es troben arrengleredes en capes quarsítiques. Al puig d'en Roques (Mont-ras), a can Mont (Mont-ras), a can Tantira (Vall-llobrega), a l'Arrabal de Dalt (Vall-llobrega), a can Mont (Calonge), a la vila de Llagostera, es troben arrenglerades en dics de quars. Finalment, a can Mont (Calonge), a can Margarit de Dalt (Calonge) i a Castell-barri (Calonge), es localitzen sobre dics de microgranits.

*Torres rocoses. Són formes de parets verticals i de dimensions decamètriques. Es generen a partir d'un enreixat de diàclasis ortogonal, que els configura un aspecte semblant a una torre. Són similars a les prominències rocoses però de majors dimensions. Han estat localitzats dos exemples de torres rocoses, un a Castell-barri (Calonge) i l'altre a la riera de Ruàs (Calonge), ambdós modelats sobre granodiorites (Fig. 8).

Fig. 8. Torre rocosa. Ruàs (Calonge).

*Boles. Són formes subesfèriques de dimensions mètriques originades dins un mantell de sauló, presents generalment en roques plutòniques. Les boles es formen «in situ» per meteorització esferoïdal de la roca a partir d'un enreixat de diàclasis més o menys ortogonal i amb un espaiat superior a 0,5 m. Sovint no es troben isolades, sinó agrupades en un caos de boles o zona de boles. Es localitzen alguns exemples de boles modelades en granodiorites al torrent del Folc, Roquissar d'en Sala, puig Casademont, urbanització mas Ambrós, can Segarra, cal Secretari, puig

Boles. Mas Pallí (Calonge)

del Ronquill, mas Pallí, puig de Roca Criadora, can Vilar, mas d'en Boia, cap de Roques Planes, molí de les Roques, can Rosselló, Castell-barri, can Mont, can Margarit de Dalt, can Margarit de Baix i a la riera de Ruàs (Calonge); a Roca de Malvet, Sant Miquel d'Aro, puig del Furroi, puig de les Teules, Romanyà de la Selva, al mas Riera i a les rodalies de la Cova d'en Daina (Santa Cristina d'Aro); al mas Ros, puig de Treumal, can Perot i can Rusques (Platja d'Aro); a Sant Pol (la Bisbal); i a can Tallades, can Dalmau i can Ragolta (Cruïlles). Desenvolupades en leucogranits es troben boles residuals al puig Gros (Santa Cristina d'Aro), als Solells d'en Barri (entre Cruïlles i Cassà de la Selva) i a les Planes (Cassà de la Selva). Al puig de les Teixoneres (Quart), es localitzen boles afaiçonades en una massa microgranítica. A Castell-barri (Calonge) es troben, en roques de composició diorítica, petits nuclis esferoïdals, de diàmetre inferior a mig metre, conservats al mig del material descompost. A la urbanització mas Ambrós (Calonge) hi ha petites boles formades en un pòrfir diorític. Finalment, es localitzen petits nuclis bolars inalterats a les rodalies del mas d'en Boia (Calonge), en un dic espessartític.

*Roques en dors de balena. S'anomenen així les boles que no han estat totalment exhumades i emergeixen parcialment del mantell d'alteració. Es localitzen en roques plutòniques de composició granodiorítica. La seva morfologia pot variar en funció de la secció, la qual pot ser des de circular fins a el.líptica, més o menys allargada. Lògicament, el grau de desenterrament de la bola condiciona l'alçària de la roca en dors de bale-

na. Quan aquesta alçada sobrepassa el diàmetre major esdevé una bola en sentit estricte. Hi ha exemples de roques en dors de balena a les rodalies del mas Ullbó (Llagostera); Barraca d'en Oller, can Mont, molí de les

Roca en dors de balena. Castell-barri (Calonge)

Bola partida. Castell-barri (Calonge).

Roques i cal secretari (Calonge); a can Rusques (Platja d'Aro); i a can Pagès (Mont-ras).

*Boles partides. Consisteixen, com el seu nom indica, en la compartimentació d'una bola en dues o més parts, per l'obertura d'una o més diàclasis. No són gaire freqüents a la zona estudiada; se'n localitzen exemples a les granodiorites de Castell-barri (Calonge), de can Mont (Calonge), de cal Secretari (Calonge), del cloteral del Folc (Calonge) i del puig de Treumal (Platja d'Aro).

*Blocs. Són formes de dimensions mètriques a centimètriques, caracteritzades per tenir una morfologia de tendència paral.lelepipèdica. Es generen a partir de roques molt diaclasades i resistents a la descomposició. En el cas concret de les roques plutòniques, es troben tota una sèrie de tipologies morfològiques relacionades amb els blocs. Entre aquestes destaquen les formes en paviment, situades en zones poc inclinades i desenvolupades a partir de diàclasis verticals, amb una simple compartimentació de la roca en rectangles; els blocs separats, originats per l'obertura de les diàclasis d'un paviment; i els blocs alliberats o blocs en sentit estricte, els quals s'han individualitzat i separat totalment de les parets rocoses, acumulant-se pendent avall en una zona o vessant de blocs. Cada bloc individualitzat pot arribar a partir-se en dos o més, seguint el mateix procés de disgregació. Si el desplaçament no és notable, es parla de blocs

Blocs irregulars. Puig Romaní (Castell-Platja d'Aro).

partits. Els blocs que s'acumulen als vessants són atacats pels agents atmosfèrics, descamant-se en crostes i disgregant-se. Aquests processos són més ràpids sobre les arestes i cantonades, de manera que tendeixen a donar, amb el temps, formes ovoides, convergents amb les boles però amb un origen exogen, i s'anomenen blocs arrodonits.

Les diferents modalitats de blocs esmentades són presents a moltes localitats, de les quals destaquen can Mont, Castell-barri i Roquissar d'en Sala (Calonge), en roques granodiorítiques. En leucogranits es troben al puig Romaní (Platja d'Aro), als vessants de la urbanització mas Nou (Platja d'Aro-Santa Cristina d'Aro), a can Regalat (Santa Cristina d'Aro), a Roca Rovira (Santa Cristina d'Aro), a Castell-barri (Calonge), a la urbanització mas Ambrós (Calonge), al puig del Ronquill (Calonge) i al puig de la Creu del Castellà (Calonge). Al puig de les Teixoneres (Quart), en microgranits. A l'Arrabal de Dalt i a can Tantira (Vall-llobrega), com també a les rodalies del Molí de Dalt (Calonge), es troben acumulacions de blocs derivats de dics de quars. Es localitzen també zones amb vessants recoberts de blocs quarsítics al puig Montigalà (Quart), puig del Suro Robat (Quart), puig de Llavaneres (Madremanya), puig de Roca Filanera (Cruïlles) i al llogarret de Camós dels Alls (Cruïlles), heretats d'un clima periglacial. Al puig Cucalar (Mont-ras) es troben en cornianes calcosilicatades.

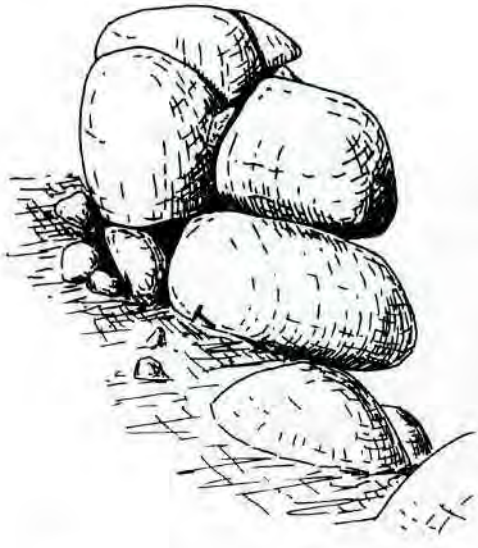


Fig. 9. "Tor". Roquissar d'en Sala (Calonge).

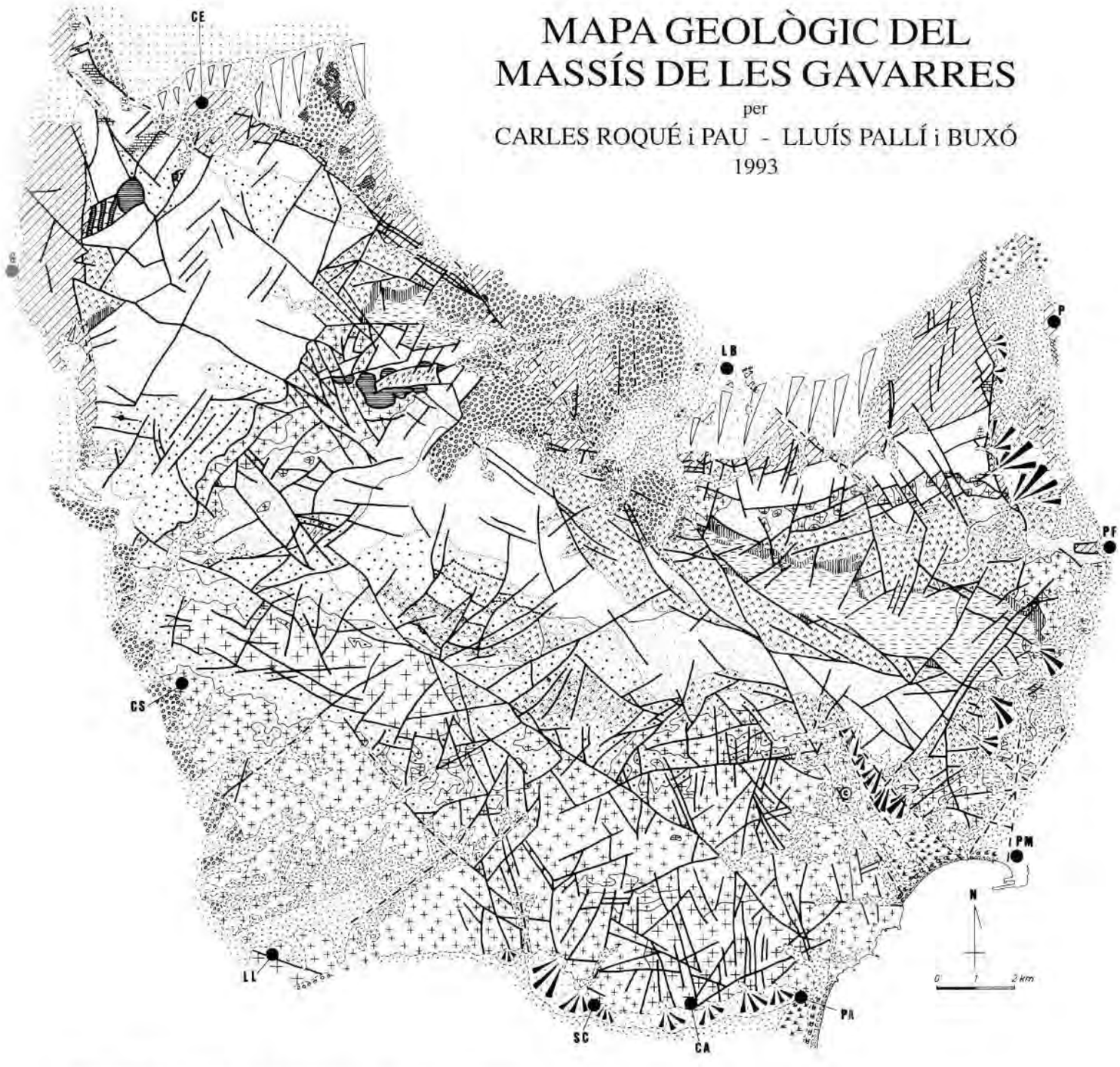
*«Tors». Són apilaments de boles o de blocs, que en conjunt donen una morfologia de mètrica a decamètrica, sovint més alta que ampla. Els blocs o boles que constitueixen els «tors» tenen una certa ordenació i han sofert un desplaçament mínim, essent possible de reconèixer la xarxa de diàclasis original que els va individualitzar. Són poc freqüents al massís de les Gavarres, se'n troben només en granodiorites. N'hi ha alguns exemples al Roquissar d'en Sala (Calonge), a can Margarit de Dalt, i can Mont (Calonge) (Fig. 9).

MAPA GEOLÒGIC DEL MASSÍS DE LES GAVARRES

per

CARLES ROQUÉ i PAU - LLUÍS PALLÍ i BUXÓ

1993



Poblacions, C: Calonge, CA: Castell d'Aro, CE: Celrà, CS: Cassà de la Selva, G: Girona, LB: La Bisbal, LL: Llagostera, P: Pals, PA: Platja d'Aro, PF: Palafrugell, PM: Palamós, SC: Santa Cristina d'Aro.

MATERIALS

ROQUES SEDIMENTÀRIES

A - QUATERNARI

- Dipòsits al.luvials.
- Dipòsits al.luvials i al.luvials-col.luvials.
- Dipòsits col.luvials.
- Dipòsits de glacis d'acumulació.
- Dipòsits de cons dejecció.
- Dipòsits de maresma i d'estancament.
- Dipòsits de sorgència.
- Dipòsits eòlics litorals.
- Dipòsits de platges.

- NEOGEN.
- PALEOGEN.

B- PALEOZOIC

- Carbonats de Sant Miquel i de Montnegre.
- Pissarres gris-negroses de Fitor.
- Llimolites cavernoses del mas Calç.
- Conjunt Volcanodetrític de la Cavorca.
- Conglomerats de Sant Cebrià de Lledó.
- Conjunt quarsític de Sant Cebrià.
- Conjunt lutític dels Àngels.
- Conjunt carbonàtic de Begur.

ROQUES METAMÒRFIQUES

- Pissarres gris-negroses de Fitor afectades per metamorfisme de contacte.
- Llimolites cavernoses del mas Calç afectades per metamorfisme de contacte.
- Conjunt Volcanodetrític de la Cavorca afectat per metamorfisme de contacte.
- Conjunt quarsític de Sant Cebrià afectat per metamorfisme de contacte.
- Conjunt lutític dels Àngels afectat per metamorfisme de contacte.

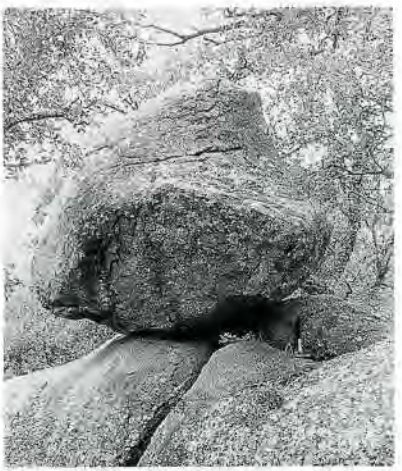
ROQUES ÍGNIES

- Basalts.
- Microgranits.
- Granodiorites.
- Leucogranits.

SIGNES CONVENCIONALS

- Contacte normal.
- Contacte discordant.
- Contacte intrusiu o mecànic. Límit de l'aureola de metamorfisme de contacte.
- Fractura important.
- Fractura deduïda o tapada. (vertical)

Pedra cavallera. Can Mont (Calonge).



Pedra cavallera. Puig de Treumal (Castell-Platja d'Aro).

Pedra cavallera. Dolmen de la Cova d'en Daina. (Santa Cristina d'Aro).

*Pedres cavalleres. Són boles o blocs aïllats, situats al cim d'altres boles o damunt de prominències rocoses. A la zona estudiada únicament es troben en roques granodiorítiques. De les pedres cavalleres localitzades destaquen la de can Mont (Calonge) i la del puig de Treumal (Platja d'Aro).

Un cas especial és el de la pedra cavallera localitzada a les rodalies del dolmen de la Cova d'en Daina (Santa Cristina d'Aro), la qual està constituïda per un bloc irregular de 2,9 m de llarg per 2,5 m d'ample i 1,5 m d'alçada, emplaçat sobre un altre bloc, de tendència cilíndrica, de 5 m de diàmetre per 2,5 m d'alçada. El bloc superior es troba en una posició d'equilibri inestable, de manera que aplicant-hi una força en contra -simplement empenyent-lo amb la mà-, bascula sobre la base adquirint un moviment de balanceig molt acusat.

b) Macroformes planes

*Replans rere dics. Són zones planes, d'una o més hectàrees de superfície, localitzades pendent amunt d'un dic resistent a la meteorització. S'originen a partir de dos processos combinats. El primer és degut a l'acumulació de dipòsits col.luvials retinguts per la prominència del dic. L'altre, a la impermeabilitat del dic, que permet l'existència d'aqüífers al seu dors, fet que afavoreix la descomposició de la roca en la qual s'encaixa. Entre els replans rere dic localitzats, cal esmentar els del mas Pallí (Calonge), formats a partir de dics felsítics; els de can Margarit de Dalt (Calonge), en microgranits; els de can Vilar (Calonge) en pòrfirs quarsmonzodiorítics; els de can Mont (Calonge) en dics de quars; i els de can Saguer (Calonge) en aplites.

c) Macroformes còncaves

*Conques d'alteració. Són grans depressions el.lipsoïdals, d'ordre quilomètric, emplaçades sobre roques molt descomposades i excavades per processos erosius intensos. Es localitzen a Cassà de la Selva i a Montnegre (Quart), en roques plutòniques arenitzades i fortament erosionades pels torrents.

*Dolines. Són depressions d'ordre decamètric, subcirculars o el.líptiques, de parets verticals i fons pla, formades sobre roques calcàries per processos de dissolució. Se n'han trobat només a la muntanya de can Ribes (Girona), parcialment degradades, sobre calcàries eocèniques.

*Coves càrstiques. Se'n troben a les rodalies de Girona, en calcàries de l'Eocè, entre les quals destaca la cova de can Simon.

*Coves estructurals. Són formes similars a les coves càrstiques però de menors dimensions i presents només en roques plutòniques. El mecanisme que les origina no és la dissolució de la roca, encara que pot actuar-hi a petita escala. Les coves estructurals es relacionen amb sectors fortament esquarterats per diàclasis, on la descomposició de la roca ha estat molt efectiva. L'erosió selectiva posterior del material arenitzat deixa la cavitat al descobert. Han estat trobades algunes petites coves estructurals, afaiçonades en granodiorites, a la urbanització mas Pallí (Calonge), sota prominències rocoses arrodonides.

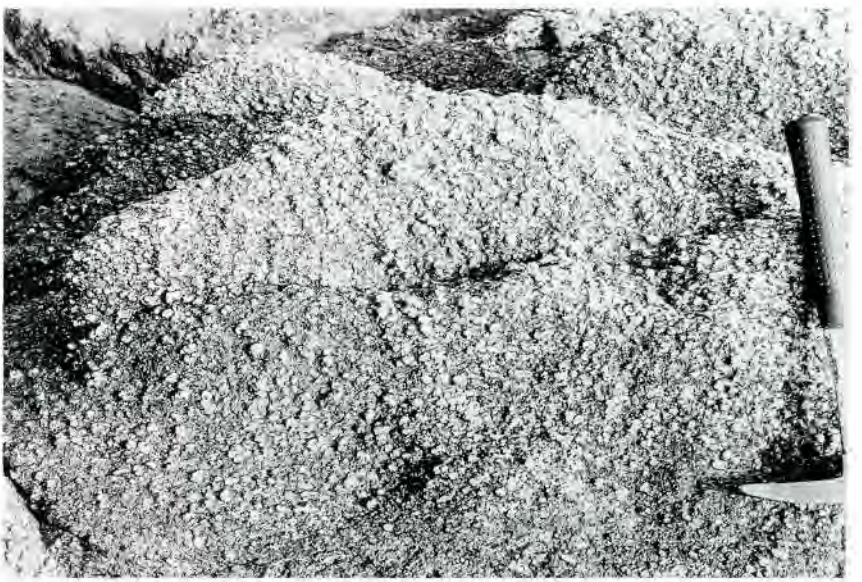
*Coves en caos de boles. Són cavitats localitzades al mig de les acumulacions de boles, que en general no superen el metre de profunditat. Cal cercar el seu origen en la pròpia disposició espaial de les boles. Són presents a la Barraca d'en Oller (Calonge), Castell-barri (Calonge), can Rusques (Platja d'Aro), rodalies de la Cova d'en Daina (Santa Cristina d'Aro) i Roca de Malvet (Santa Cristina d'Aro), en tots els casos en afloraments de granodiorites. Moltes d'aquestes coves han estat utilitzades com a lloc d'enterrament des del Neolític antic fins al final de l'edat del Bronze (5.000-650 anys a.c.) (TOLEDO i AGUSTÍ, 1987; TOLEDO *et al.*, 1991).

7.2.6.2.- Microformes

Damunt les macroformes actuen els processos de meteorització i d'erosió, els quals hi afaiçonen una gran diversitat de microformes. En funció de la seva geometria, subdividim les microformes en convexes, còncaves i planes. A banda d'aquestes formes menors, totes generades per la destrucció de la roca, cal considerar les microformes constructives, engendrades per processos de precipitació.

a) Microformes convexes

*Microbonys. Es tracta d'un conjunt de petites protuberàncies pre-



Microbonys. Cala de la Roca del Paller (Calonge).

sents a la superfície d'algunes macroformes, originades per l'alteració diferencial dels minerals que componen la roca, quedant els més resistents en ressalt. Es una forma molt estesa, amb major o menor grau de desenvolupament, en moltes de les macroformes convexes de les roques plutòniques de gra gros i mitjà dels massissos estudiats. Són especialment vistoses les del puig de Treumal (Platja d'Aro), Castell-barri (Calonge), can Mont (Calonge) i cala de la Roca del Paller (Calonge), en granodiorites. D'altra banda, a Castell-barri (Calonge) es localitzen microbonys sobre petits nuclis bolars de composició diorítica.

Bossoc. Sa Cova (Platja d'Aro).

*Bossocs o pseudorellons. Són protuberàncies el.lipsoïdals o esferoïdals, de vores arrodonides, d'entre 30 i 5 cm de diàmetre. S'originen a partir d'enclavaments, gairebé sempre de roques màfiques «gabarros», però a vegades també de roques metamòrfiques, els quals queden en ressalt a la superfície de la roca plutònica -sempre de composició granodiorítica- on estaven immersos. En alguns casos arriben a sobresortir totalment de la superfície de la roca, amb la qual queden unides mitjançant un pedestal estret. Són formes abundants en diferents indrets de les Gavarres, entre els quals destaquen can Rosselló, can Mont, Castell-barri, torrent del Folc, puig Casademont i Roquissar d'en Sala (Calonge); cala del Pi i sa Cova (Platja d'Aro); i can Tallades (Cruïlles).

*Anells de pedra. Són crestes anulars presents a la superfície de la

Anell de pedra. Sa Cova (Platja d'Aro).

roca, generades al voltant d'una cassoleta d'erosió. L'únic cas observat a la zona estudiada es localitza a sa Cova (Platja d'Aro), en granodiorites. Es tracta d'un petit anell de pedra de 10 cm de diàmetre per 2 cm d'altura, afaiçonat sobre les bores d'un enclavament màfic. La depressió interna de l'anell està ocupada per una petita cassoleta d'erosió.

Nervació. Cala de la Roca del Paller (Calonge).

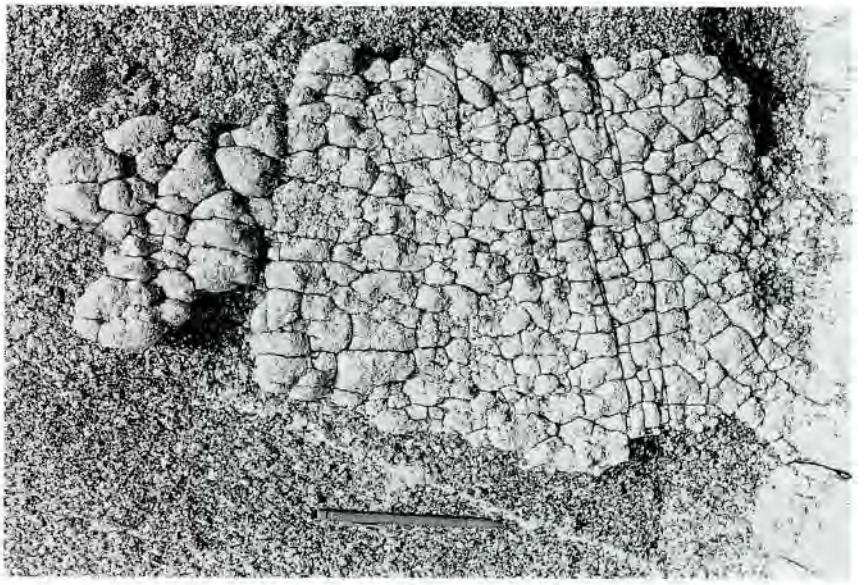
*Nervacions. Són formes en ressalt, d'uns pocs centímetres d'alt i d'ample, i de diversos metres de llargada. S'originen a partir de plans estrets i resistents, com ara petits dics aplítics o diàclasis recristal.litzades, els quals queden en ressalt respecte de la roca, normalment plutònica, per efecte de la meteorització o de l'erosió. Se'n localitzen alguns exemples sobre granodiorites a la urbanització mas Ambrós (Calonge), torrent del Folc (Calonge), cala de la Roca del Paller (Calonge) i sa Cova (Platja d'Aro). A Castell-barri (Calonge), apareixen nervacions afectant petites boles de composició diorítica.

b) Microformes planes

*Peles gruixudes de ceba. Es tracta d'un conjunt de capes concèntriques d'alguns centímetres de gruix, desenvolupades al voltant de nuclis residuals de roques plutòniques i filonianes, per un procés de meteorització esferoïdal. Se n'han trobat, entre altres indrets, al cap de Roques Planes (Calonge), cala del Pi (Platja d'Aro) i a sa Cova (Platja d'Aro), en granodiorites. A can Segarra (Calonge), es localitzen en un pòrfir diorític. Al puig Torrat (Sant Martí Vell), es troben en basalts.

*Esquerdes poligonals. Són un enreixat poligonal de fractures que

Esquerdes poligonals. Can Margarit (Calonge).



Esquerdes poligonals. Punta d'en Ramis (Platja d'Aro).

només afecten la superfície de la roca. Constitueixen un sistema de cel.les de dimensions centimètriques i de vores irregulars, limitades per unes regates que tendeixen a engrandir-se lateralment per efecte de la meteorització, però no a aprofundir-se. Sovint se les interpreta com a producte d'una expansió tangencial i d'un esquerdament de capes concèntriques al voltant d'un nucli de roca. Aquesta expansió pot ser produïda per una dilatació tèrmica o per altres causes. VIDAL ROMANÍ (1991), relaciona les esquerdes poligonals amb un sistema d'esforços tangencials que haurien afectat la roca quan aquesta estava parcialment o totalment consolidada. Al massís estudiat, les esquerdes poligonals apareixen tant en posició horitzontal com vertical, en diverses menes de roca. Així, a la punta d'en Ramis (Platja d'Aro) es troben en diferents dics aplítics; a can Mont (Calonge), can Margarit (Calonge), riera de Ruàs (Calonge), urbanització mas Ambrós (Calonge) puig de Treumal (Platja d'Aro) i a les rodalies de la Cova d'en Daina (Santa Cristina d'Aro), sobre granodiorites; i al puig de ses Forques (Calonge), en un menhir també de roca granodiorítica.

*Fractures estrellades. Són formes similars a les esquerdes poligonals, constituïdes per un sistema de fractures poc penetratives disposades en forma d'estrella. Ha estat localitzat un únic exemple, afaiçonat en gra-

nodiorites, en concret al puig de Treumal (Platja d'Aro) en el qual les fractures irradien des d'un enclavament màfic.

c) Microformes còncaves

*Cassoletes d'erosió. Són formes desenvolupades sobre superfícies subhoritzontals nues. Es tracta de depressions tancades, subcirculars o irregulars, que es formen sobre roques plutòniques, filonianes i sedimentàries. Existeixen diverses hipòtesis sobre l'origen de les cassoletes d'erosió, la major part de les quals es basen en la major efectivitat dels processos de meteorització externs sobre debilitats de la roca (moltes d'aquestes hipòtesis estan resumides a TWIDALE, 1982). Altres hipòtesis assenyalen l'inici del desenvolupament de la forma en condicions subedàfiques, a la base d'un mantell d'alteració; després de l'exhumació les cassoletes evolucionarien sota els efectes dels agents externs (TWIDALE, 1982 i 1989). Una altra hipòtesi, també basada amb una gènesi polifàsica, és la postulada per VIDAL ROMANÍ (1984a, 1984b, 1984c, 1985 i 1989), segons el qual les cassoletes són degudes a la concentració de cargues en punts localitzats del massís rocós, evolucionant en superfície a partir dels mecanismes d'alteració, una vegada posades al descobert.

Sigui quin sigui l'origen de les cassoletes, la seva evolució a la superfície ve condicionada per l'acumulació d'aigua al seu interior. L'aigua de pluja i d'escorrentia que reben les cassoletes desguassa per un sobreeixidor, el nivell mínim del qual no enrasa amb el fons de la cassoleta, sinó que és uns centímetres més elevat. Aquest fet permet la retenció temporal de part de l'aigua, fins que s'evapora del tot. El creixement de les cassoletes s'efectua per disgregació granular i/o en plaques i per dissolució,

Cassoleta d'erosió. Can Mont (Calonge).

Cassoleta d'erosió. Puig Romaní (Castell-Platja d'Aro).

engrandint-se en fondària i lateralment. Els detritus producte de la disgregació s'acumulen a l'interior, i són evacuats paulatinament pel vent, l'aigua que desborda, l'impacte de gotes de pluja o per dissolució. L'evolució d'una cassoleta d'erosió finalitza quan no pot retenir aigua, ja sigui perquè el sobreeixidor arriba a la seva base, o per l'obertura d'una diàclasi (cassoleta fallada). A partir d'aquest moment sol ser colonitzada per la vegetació (molses i líquens, sobretot).

Les cassoletes d'erosió es classifiquen en funció de la seva morfologia de superfície, de fons i de secció. La forma en superfície varia entre subcircular, el.líptica i irregular. El fons de la cassoleta pot ser pla, còncau o irregular. Les de fons pla s'anomenen «pans». Els «pits» són cassoletes d'erosió de fons còncau. Pel que fa a la secció, les cassoletes es poden classificar en funció de la presència o no de sobreexcavació en les seves parets. A banda de les tipologies de cassoleta que poden sorgir de la combinació dels tres paràmetres esmentats, se'n reconeixen algunes de fons pla, molt profundes i poc amples, anomenades forats cilíndrics. A vegades, l'elevada densitat de cassoletes que hi ha en algunes zones fa que arribin a intercomunicar-se les unes amb les altres, al llarg d'una diàclasi, pendent avall, donant formes en rosari. Una densitat elevada de cassoletes pot generar també una superfície irregular, constituïda per prominències i concavitats, anomenada «meringe surface». Aquesta superfície re-

Cassoletes degradades. Cap de Roques Planes (Calonge).

sulta de la interferència de nombroses cassoletes, unes al costat de les altres. En alguns blocs i boles que s'han desplaçat rodolant, les cassoletes que hi havia inicialment a la part superior han evolucionat com a «tafoni» en quedar plaçades en un lateral, En altres ocasions, una mateixa cassoleta ha canviat la direcció de creixement, quedant la seva base en una antiga paret sobreexcavada.

L'observació de les cassoletes d'erosió del massís estudiat mostra que normalment es relacionen amb una o més diàclasis, les quals com a mínim en condicionen la forma externa, de manera que quantes més diàclasis interfereixen el seu creixement, més irregular tendeix a ser la seva superfície. Altres vegades, les cassoletes se situen damunt debilitats litològiques (nínxols pegmatítics i enclavaments bàsics), que també en condicionen l'aspecte extern. Finalment, només unes quantes cassoletes sembla que no tenen cap mena de relació amb els condicionants litològics i estructurals. Són les de forma circular més perfecta.

A les Gavarres són molt abundants. Generalment són de fons pla i de parets sobreexcavades. La seva forma superficial és molt diversa; hi ha des de cassoletes molt irregulars, amb arestes agudes, fins a cassoletes poc irregulars, de contorn arrodonit. Les cassoletes subcirculars hi són presents però són poc abundants, essent generalment de fons pla i de parets sobreexcavades. El diàmetre d'aquestes microformes oscil.la entre 2 m i uns pocs centímetres.

Es localitzen sobre granodiorites a can Mont, Castell-barri, puig del Ronquill, mas Pallí, puig Casademont, can Rosselló, cap de Roques Planes i cal Secretari (Calonge); també al mas Ros, can Rusques, puig de Treumal, cala del Pi i sa Cova (Platja d'Aro). Al mas Pallí i a Castell-barri (Calonge), apareixen cassoletes fallades modelades en granodiorites. En aquesta darrera localitat també n'hi ha algunes en forma de rosari.

Sobre leucogranits es troben al puig Gros (Santa Cristina d'Aro), al mas Nou (Platja d'Aro), al puig de la Gelaberta (Platja d'Aro), al puig Romaní (Platja d'Aro) i a Roca Rovira (Santa Cristina d'Aro). Al puig de la Gelaberta (Platja d'Aro), es troben formes en rosari.

*«Tafoni». Es tracta de formes desenvolupades en superfícies verticals, que afecten un bloc aïllat o tota una paret rocallosa. Són cavitats d'aspecte variable que es formen, majoritàriament, en roques plutòniques. El seu origen ha estat relacionat amb la concentració de cargues en determinats punts del massís rocós (VIDAL ROMANÍ, 1984a, 1984b, 1984c, 1985 i 1989; VIDAL ROMANÍ *et al.*, 1987); o amb avançaments desiguals del front d'alteració (TWIDALE, 1982 i 1989). La major part dels autors postulen però un origen totalment extern pels «tafoni», que s'haurien generat per l'acció sobre determinats punts de feblesa de la roca a partir de processos com l'haloclasticisme, la dissolució o etapes consecutives d'humitat i sequera (RODRÍGUEZ VIDAL *et al.*, 1982; PEÑA i

"Tafoni". Cap de Roques Planes (Calonge).

ECHEVARRIA, 1991; SANCHO i GUTIÉRREZ, 1990; ROQUÉ i PALLÍ, 1991a).

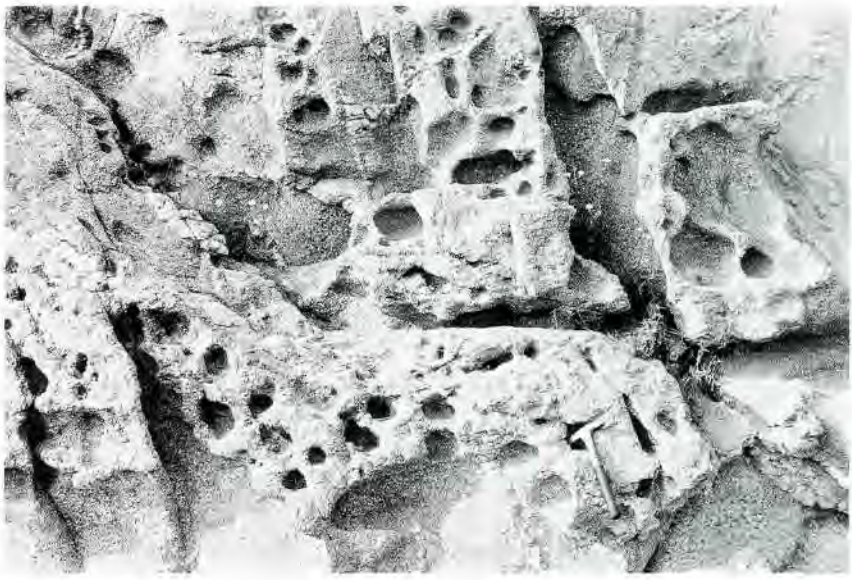
Els «tafoni» evolucionen per disgregació granular o en plaques a partir d'una zona de debilitat litològica o tectònica (diàclasi). D'aquest punt inicial, la disgregació es propaga radialment cap a l'interior de la paret o del bloc, formant una petita cúpula que s'engrandeix, sobretot cap amunt, afavorida per la gravetat. A la part basal del «tafone» s'acumulen els residus de la disgregació, els quals són evacuats principalment pel vent, i en menor proporció per l'aigua. Altres vegades la disgregació pot afectar les parets d'un bloc o d'una prominència rocosa, penetrant molt poc cap al seu interior. En aquest cas els residus són traslladats directament per la gravetat.

Els «tafoni», tant els que afecten una paret rocosa com un bloc aïllat, són molt abundants a la línia de costa del massís estudiat, mentre que només apareixen puntualment en les zones més allunyades del mar. Això és degut al fet que els processos de disgregació es veuen afavorits per l'ambient més humit del litoral i, sobretot, per la major concentració de sals marines transportades pel vent, que permeten un intens efecte d'haloclasticisme.

Alvèols i nius d'abella. Torre Valentina (Calonge).

Es localitzen sobre roques granodiorítiques al cap de Roques Planes, cap Roig, puig del Ronquill, urbanització mas Ambrós, can Mont i Castell-barri (Calonge); i a sa Cova, cala del Pi i mas Rusques (Platja d'Aro). Sobre leucogranits apareixen al puig Romaní (Platja d'Aro); i en esquists quarsfeldspàtics de gra mitjà es troben a les rodalies de can Sais (Cruïlles).

*Alvèols i nius d'abella. Es tracta de depressions similars als «tafoni», però de mida menor, presents tant en superfícies horitzontals com fortament inclinades. Quan aquestes depressions són petites s'anomenen nius d'abella, i alvèols quan assoleixen un tamany decimètric. En alguns casos, la unió de molts



Alvèols i nius d'abella. Sa Cova (Platja d'Aro).

alvèols dóna lloc a una forma de dimensions majors, que es pot classificar, si està en posició vertical, com a un «tafone». Es troben en roques plutòniques i metamòrfiques. Es generen a partir de debilitats litològiques i estructurals de la roca, evolucionant per disgregació granular i en plaques. Solen trobar-se majoritàriament a la línia de costa, al costat de «tafoni» o al seu interior. Com els «tafoni», es relacionen estretament amb l'haloclasticisme.

Roca en forma de bolet. Can Mont (Calonge).

Són formes molt freqüents al cap de Roques Planes, Penyes Blanques i cap Roig (Calonge); i a sa Cova i cala del Pi (Platja d'Aro), tots al litoral i en roques granodiorítiques. També es troben alvèols

i nius d'abella lluny de la costa, com a can Sais (Cruïlles), en esquists quarsfeldspàtics; i a Castell-barri i can Mont (Calonge), associats a «tafoni» desenvolupats en granodiorites.

*Roques en forma de bolet. Són formes que es troben en roques plutòniques, desenvolupades a la part enterrada d'una bola o d'una paret rocosa per un procés d'alteració diferencial. La part enterrada és descomposta amb més facilitat per l'ascens capil.lar d'aigua continguda en el sòl, de manera que quan la forma és exhumada adquireix un aspecte aixampinyonat. També es poden generar pel poliment de les ones a la base d'una paret rocosa o al voltant d'una prominència. Apareixen afectant boles granodiorítiques a can Mont (Calonge); i en relació a la dinàmica marina al cap de Roques Planes (Calonge), també modelades en granodiorites.

*Canaleres. Són petites depressions allargades desenvolupades en superfícies subhoritzontals, amb capacitat per concentrar i canalitzar l'aigua d'escorrentia. Apareixen en roques plutòniques, de forma aïllada, agrupades o connectades al sobreeixidor d'una cassoleta. Tenen una secció en «V» o «U» segons si estan o no situades damunt una diàclasi. Es desenvolupen per disgregació granular per la concentració d'humitat. Els productes de l'alteració són evacuats principalment per l'aigua d'escorrentia que elles mateixes canalitzen. Apareixen canaleres poc desenvolupades a Castell-barri (Calonge), afaiçonades en granodiorites.

*Estries. Són formes similars a les canaleres, de secció triangular, que es desenvolupen en parets verticals de roques plutòniques. S'han observat a can Mont (Calonge) damunt boles granodiorítiques.

*Rascler. Poden presentar-se en forma de depressions canaliformes amb una disposició més o menys paral.lela sobre la superfície de la roca, o bé com a perforacions cilíndriques que penetren al seu interior. Es generen per la dissolució parcial de les roques carbonàtiques, sovint seguint els plans de diaclasat. Es donen sobre els marbres de Madremanya i les calcàries paleozoiques de Montnegre (Quart) i de la muntanya de Sant Miquel (Girona). També es localitzen en calcàries terciàries, sobretot a les rodalies del veïnat de Vilers (Madremanya); als Trullars (entre Torrent i Peratallada); i a les muntanyes de can Ribes, de can Simon i de Montjuïc (Girona).

d) Microformes constructives

*Dipòsits de carbonat de calci. Apareixen a l'interior de les fissures i coves càrstiques tallades a les pedreres de Girona. Es tracta de les típiques estalactites i estalagmites, i també de crostes de fisonomia variable.

*Dipòsits de sílice. Es tracta de formes similars a les desenvolupades en materials calcaris, però de menors dimensions i de composició silícia, equiparables a les descrites en zones granítiques de Galícia (VIDAL

ROMANÍ i VILAPLANA, 1984). Les localitzades a les Gavarres es troben a l'interior de coves estructurals granítiques, i a l'interior de diàclasis obertes, tant de disposició horitzontal com vertical. La seva tipologia és variable, havent estat trobades formes de geometria cònica, sovint amb la punta digitada, i concrecions botrioidals. De les formes còniques, les que recorden les estalagmites són les més abundants i de mida més gran. Assoleixen una llargada màxima d'1,2 cm i un diàmetre de fins a 6 mm, essent les seves dimensions més freqüents de 5 mm de llarg per 1 mm de diàmetre. Les formes equiparables a les estalactites són menys abundants i no superen mai els 6 mm de llarg. A banda d'aquestes, són bastant comunes les estructures còniques disposades horitzontalment al llarg d'una diàclasi vertical oberta, les quals assoleixen mides similars a les estalactites. A la punta de les formes còniques, en qualsevol de les seves posicions, es troben sovint dipòsits d'altres substàncies que, pel seu aspecte morfològic, sembla que corresponen a cristalls de guix. Les concrecions superficials es localitzen tant al sostre com a la base de les cavitats, però són molt més desenvolupades les de la base, les quals assoleixen un gruix màxim de 3 mm, i una extensió areal variable entre uns pocs centímetres i uns quants decímetres quadrats. Sovint sobre aquestes concrecions es localitzen les formes còniques. L'origen de tots aquests dipòsits de sílice cal relacionar-lo amb processos de dissolució i precipitació que afecten les roques granítiques, i a la circulació de l'aigua a través del sistema de fractures de la roca (VIDAL ROMANÍ i VILAPLANA, 1984). La presència de formes còniques horitzontals indica que la gènesi d'aquests dipòsits es relaciona amb la persistència d'una gota d'aigua en un punt concret, mantinguda per la seva pròpia tensió superficial. La precipitació pot tenir lloc per evaporació, per la influència bacteriana o per variacions del pH (VIDAL ROMANÍ i VILAPLANA, 1984). Les formes còniques, en qualsevol posició que es trobin, van creixent per l'acumulació de successives capes externes de sílice, tal com mostra la seva estructura concèntrica.

Són formes molt abundants a l'interior d'algunes coves estructurals de la urbanització mas Pallí (Calonge). Es localitzen també, de manera esporàdica, en diàclasis subhoritzontals que compartimenten prominències rocoses a can Mont i al puig Casademont (Calonge). Amb un grau de desenvolupament escàs es troben en algunes diàclasis que afecten blocs als voltants del dolmen de la Cova d'en Daina (Santa Cristina d'Aro). En tots els casos es localitzen en roques de composició granodiorítica.

8.- BIBLIOGRAFIA

ASHAUER, H. (1934). «Die östliche Endigung der Pyränaen. Beitr. Geol. West Mediterranean gebiete II». Abh. Cess. Wiss. Göttingen. Math-Phys. Ki, III Folge Heft 10, p. 1285-1393. Berlín. Traducció espanyola per J. M. Rios a Publ. Alem. Geol. Esp., CSIC, 1943, 2: 201-336. Madrid.

ASHAUER, H.; TEICHMÜLLER, R. (1935). «Die variscische und Alpidische gebirgsbildung kataloniens». «Beitrage zur Geologie der westlichen Mediterrangebeite». Berlin. Traducció espanyola per J. M. Rios a Publ. Extr. sobre Geol. de Esp. CSIC, 1946, 3: 7-102. Madrid.

BARBAZÁ, Y. (1970) «Morphologie des secteurs rocheux du litoral catalan septentrional» Eds. du Centre National de la Recherche Scientifique. 11. 150 p. París.

BARNOLAS, A.; GARCÍA, A.; SOUBRIER, J. (1980) «Sobre la presencia del Caradoc en les Gavarres». Acta Geol. Hisp., 15 (1): 9-13.

BARNOLAS, A.; GARCÍA-SANSEGUNDO, J. (1992) «Caracterización estratigráfica y estructural del Paleozoico de les Gavarres (Cadenas Costero Catalanas, NE de España)». Bol. Geol. y Min., 103 (1): 94-108.

BAUZÀ, F. (1874) «Breve reseña geológica de la provincia de Gerona». Bol. Com. Mapa Geol. España, 1: 169-175.

BOTELLA I de HORNOS, F. (1879) «Mapa Geológico de España y Portugal» Escala 1:2.000.000. Madrid.

CARBONELL, E.; RODRIGUEZ, X.P.; SALA, S. (1992) «Estat de la Recerca del Plistocè Mitjà a Catalunya». Associació Arqueològica de Girona. Quadern de Treball, 7: 6-18.

CAREZ, L. (1881) «Etude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne». Tesi doctoral. 327 p. Publ. Librairie F. Savy. Paris.

CAREZ, L.; i VASSEUR, G. (1886) «Carte géologique de France» Escala: 1:500.000, Full 14: NE.

CARMONA PEREZ, J.M. (1987) «Caracterización geoquímica del tránsito ordovícico-silúrico de las Cadenas Costeras Catalanas. Su aplicación en el estudio evolutivo de la cuenca y de los procesos físico-químicos actuantes en la misma, como guía de prospeción de recursos minerales». Tesi doctoral, Universitat de Barcelona. 383 p. (inèdit).

CLOTET, M.T. (1990) «Les fonts picants de la vall d'Aro». Estudis sobre el Baix Empordà. 9: 5-29.

CHEVALIER, M. (1930) «Geografia general de Catalunya, València i Balears. Geologia de Catalunya. L'Era Primària». Enciel. Catalunya, 14. 220 p. Ed. Barcino. Barcelona.

DONVILLE, B. (1973) «Ages potassium-argon des vulcanites du Bas-Ampurdan (Nord-Est de l'Espagne)». C.R. Acad. Sc Paris, 276: 3253-3256.

FAURA I SANS, M. (1923) «Explicació full nº 24, Sant Feliu de Guíxols. Escala 1:100.000». Sev. del Mapa Geol. Catalunya. 88 p.

FERRER, J. (1971) «El Paleoceno y Eoceno del borde sur-oriental de la Depresión del Ebro». Mem. suisses de Paléontologie, 90: 70 p. Basel.

FERRER MODOLELL, A. E. (1989) «El vulcanismo calco-alcalino del Ordovícico superior de los macizos de les Guilleries y les Gavarres (Cordilleras Costeras Catalanas, Prov. Girona) y sus mineralizaciones asociadas: Mecanismos eruptivos, Metalogenia y Prospección Geoquímica». Tesi doctoral. Universitat de Barcelona. 323 p. (inèdit).

FERRER MODOLELL, A. E. (1990) «Aspectos metalogenéticos ligados al vulcanismo explosivo calco-alcalino del ordovícico en los macizos de les Guilleries y Les Gavarres (Cordilleras Costeras Catalanas)». Cuad. Lab. Xeo. de Laxe. 15: 79-88.

FONT I PAGES, A. (1983) «Estudio de los manantiales ferruginosos de Les Gavarres». Analectas farmacéutico gerundenses. Colegio oficial de farmacéuticos de la provincia de Gerona. Vols IX, X, XI.

GIBERT, J.; AGUSTÍ, J.; MOYA, S. (1979) «Bioestratigrafía del Empordà». Bull. Inst. Paleo. 1-2: 43-47.

GICH, M. (1969) «Las unidades litoestratigráficas del Eoceno Pre-pirenaico del Ripollés Oriental». Acta Geol. Hisp., 4 (1): 5-8.

GOLPE (1974) «Faunas de yacimientos con suiformes del terciario español». Paleontología y evolución. 8.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1953) «Mapa geológico Escala 1:50.000, Sant Feliu de Guíxols». Full núm. 366.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1983) «Mapa geológico Escala 1:50.000, Torroella de Montgrí». Full núm. 296.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1983) «Mapa geológico Escala 1:50.000, Sant Feliu de Guíxols». Full núm. 366.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) (1984) «Mapa geológico Escala 1:200.000, Barcelona». Full nº 35.

MARCET RIBA, J. (1947) «Rocas eruptivas de las Gabarras y de la zona adyacente de la Costa Brava catalana». Trab. Mus. C. Nat. Barcelona, 1 (1): 3-70.

MARCET RIBA, J. (1948) «Edad geológica de los periodos eruptivos de la Gabarras y de la Costa Brava catalana». Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona, 29 (13): 385-441.

MARCET RIBA, J. (1949a) «Periodos eruptivos de la provincia de Gerona (Gabarras y Ampurdán)». Est. Geol., 9: 189-203.

MARCET RIBA, J. (1949b) «Provincias petrográficas gerundenses». Est. Geol. Inst Lucas Mallada, 9: 205-209.

MARCET RIBA, J.; SOLÉ SABARÍS, L. (1949) Memoria explicativa y mapa geológico España, E: 1:50.000 (Gerona). IGME, 334, 140 p.

MARCET RIBA (1953) «Las formaciones cuaternarias de la región del noreste de España» Actes IV Congrés International Quaternaire Roma-Pisa, 1953: 631-637. Roma, 1956.

MARCET RIBA, J. (1954) «Estudio estratigráfico del Eoceno de Esclañá (Bajo Ampurdán, provincia de Gerona)». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Tomo Homenaje a E. Hernández Pacheco: 431-444.

MARCET RIBA, J. (1955) «Síntesis petrográfica y estratigráfica del Eoceno de la zona Palafrugell-Esclañá-Regencós (Bajo Ampurdán, prov. Gerona)». CSIC. Ann. del IEG, 10: 5-24.

MARCET RIBA, J. (1956a) «Sucesión estratigráfica y fósiles del Eoceno de la zona de Palafrugell-Esclañá-Regencós (Bajo Ampurdán, prov. Gerona)». Not. y Com. IGME, 42: 3-31.

MARCET RIBA, J. (1956b) «Estudio petrográfico y estratigráfico del Eoceno de la zona Palafrugell-Esclañá-Regencós (Bajo Ampurdán, prov. Gerona)». Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona, Terc. Epoca, núm. 654, 32 (6): 233-266.

MARTÍNEZ GIL, F. J. (1972) «Estudio hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona)». Mem. I.G.M.E., 84, 2 vol. 293 p. Madrid.

MAS, J.; TRILLA, J.; PALLÍ, L. (1985) «Imposicions estructurals en el drenatge de la conca del riu Onyar (Girona)». Scientia Gerundensis, 11: 103-118.

MAS, J.; PALLÍ, L.; BACH, J. (1989) «Geologia de la plana del Baix Empordà». Estudis sobre el Baix Empordà. 8: 5-43.

MONTOTO SAN MIGUEL, M. (1967) «Estudio petrológico y petrogenético de las rocas graníticas de la cadena litoral catalana». Resum tesi doctoral, Universitat de Barcelona. 25 p.

MONTOTO SAN MIGUEL, M. (1968) «Mineralogía de los granitos costero catalanes». Publ. Inv. Geol. Prov.: 15-42.

MÜCHER, H.; SEVINK, J.; BERGKAMP, G.; JONGEJANS, J. (1990) «A pedological and micromorphological study on mediterranean loessial deposits near Gerona, NE-Spain». Quaternary International, 5: 9-22.

NAVIDAD, M.; BARNOLAS, A. (1991) «El magmatismo (ortoneises y vulcanismo del Ordovícco Superior) del paleozoico de los Catalánides». Bol. Geol. y Min. 102 (2): 187-202.

PALLÍ BUXÓ, L. (1965) «Estudio petrológico y petrográfico entre «Els Forcats» y el Cabo de San Sebastian». Tesi de llicenciatura, Universitat de Barcelona. 212 p. (inèdit).

PALLÍ BUXÓ, L. (1966) «La evolución del Ridaura». Ancora, 966: 13-14.

PALLÍ BUXÓ, L. (1967) «Estudio petrológico de las Aplitas de la zona comprendida entre el «Cap Roig» y el Faro de San Sebastian (Gerona)». Fondo cultural. Caja de Ahorros Provincial. Dip. Barcelona: 239-244.

PALLÍ BUXÓ, L. (1972) «Estratigrafía del Paleogeno del Empordá y zonas limítrofes». Tesi doctoral, Universitat Autònoma Barcelona, 1: 338 p.

PALLÍ BUXÓ, L. (1976a) «Les Gavarres, la personalitat geològica». *Presència*. 405: 17-18.

PALLÍ BUXÓ, L. (1976b) «Morfolitología de las terrazas del Ter en Girona». An. Sec. Cien. Col. Univ. Gerona. 1.

PALLÍ BUXÓ, L. (1980) «Mapa geològic de Castell d'Aro-Platja d'Aro». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:10.000; 27 tipus de materials; 33 signes convencionals.

PALLÍ BUXÓ, L. (1982) «Mapa geològic de Girona». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:20.000; 39 tipus de materials; 45 signes convencionals.

PALLÍ, L.; TRILLA, J. (1982) «Mapa geològic de Cassà de la Selva». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:18.000; 26 tipus de materials; 28 signes convencionals.

PALLÍ, L.; TRILLA, J.; ESTALRICH, J. (1983) «Mapa morfològic de la depressió de la Selva». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:50.000; 28 signes convencionals; 3 esquemes.

PALLÍ, L. (1985) «Mapa geològic de Santa Cristina d'Aro». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:10.000; 45 tipus de materials; 76 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ESTALRICH, J; TRILLA, J. (1985) «Mapa morfològic de la conca del Ridaura». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1: 25.000; 45 signes convencionals; 3 esquemes.

PALLÍ, L.; BRUSI, D. (1987) «Mapa geològic de Palamós». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:10.000; 47 tipus de materials; 25 signes convencionals.

PALLÍ, L.; BRUSI, D.; TRILLA, J.; ESTALRICH, J. (1987) «Mapa morfològic de Palamós». Ed. Col. Univ. Girona. Escala 1:10.000; 53 signes convencionals; 3 esquemes.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1990) «Mapa geològic de Palafrugell». Ed. l'Estudi General de Girona. Escala 1:10.000; 55 tipus de materials; 21 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1992a) «Mapa geològic de Calonge». Sectors meridional i septentional. Ed. Univ. Girona. Escala 1:10.000; 39 tipus de materials; 20 signes convencionals.

PALLÍ, L.; ROQUÉ, C. (1992b) «Mapa geològic de Mont-ras». Ed. Univ. Girona. Escala 1:10.000, 33 tipus de materials; 20 signes convencionals.

PEÑA, J. L.; ECHEVERRIA, M. T. (1991) «Geomorfología del área de Alcañiz (Teruel)». Bol. Taller Arqueología Alcañiz, 2: 3-15.

RODRÍGUEZ VIDAL, J.; DE NAVASCUES, L. (1982) «La tafonización de las areniscas miocenas en los alrededores de Huesca». Tecniterrae, 49: 7-12.

ROQUÉ, C.; PALLÍ, L. (1991a) «Modelat del massís de Begur». Estudis del Baix Empordà. 10: 5-48.

ROQUÉ, C.; PALLÍ, L. (1991b) «El Paleozoic del massís de Begur». Scientia Gerundensis, 17: 75-84.

ROQUÉ, C. (1993) «Litomorfología dels massissos de les Gavarres i de Begur». Tesi doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona. 516 p. (inèdit).

SALA, M. (1975) «La organización del espacio natural en les Gavarres: Un estudio de geografía física integrada». Tesi de llicenciatura, Universitat de Barcelona. (inèdit).

SALA, M. (1979) «L'organització de l'espai natural a les Gavarres». Fund. Salvador Vives Casajuana. 148 p. Barcelona.

SAN MIGUEL ARRIBAS, A. (1956) «Características estructurales del granito de la Costa Brava y su significación petrogenética». Estudios Geol., 12 (29-30): 95-134.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1931) «Resumen geológico geognóstico de la Costa Brava (Gerona)». Asoc. Esp. Prog. Cien., Congr. Lisboa, 5: 1-22.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1934a) «La zona metamórfica de contacto del Cap Gros (Palamós)». Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona, 6 (7): 17 p.

SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. (1934b) «Las rocas eruptivas y metamórficas de la Costa Brava entre Canyet y Llafranc». Mem. Acad. Cienc. Art. Barcelona, Terc. Epoca, 23: 381-410.

SANCHO, C.; GUTIERREZ, M. (1990) «Análisis morfométrico de la tafonización de las areniscas de Peraltilla (anticlinal de Barbastro, Depresión del Ebro): influencia de los factores mineralógico-estructurales». Cuat. y Geomorf., 4: 131-145.

SCHRIEL, W. (1929) «Constitución geológica de la cadena costera catalana entre la desembocadura del Ebro y el Ampurdán». Publ. Extr. Geol. España, 1942: 103-168.

SOLÉ FLORES, M. (1986) «Prospección Geoquímica Estratégica del macízo de les Gavarres (Girona)». Tesi de llicenciatura, Universitat de Barcelona, (inèdit).

SOLÉ SABARÍS, L.; LLOPIS LLADÓ, N. (1939) «Terminación septentrional de la cordillera Costero Catalana». Asoc. Est. Geol. Medit. Occid., 6 (1): 87 p.

SOLÉ SABARÍS, L. (1946) «Características hidrogeológicas de los manantiales carbónicos de Gerona llamados "Fonts picants"». Tirada aparte de los Anales del Inst. de Estudios Gerundenses, 34 p.

SOLÉ SABARÍS, L. (1963) «Ensayo de interpretación del cuaternario barcelonés». Miscellanea Barcinonensia Any 2 (3): 7-54.

TOLEDO, A.; AGUSTÍ, B. (1987) «Les coves de Calonge. Estudi dels materials arqueològics que s'hi van trobar». Estudis sobre temes del Baix Empordà, 6: 11-41.

TOLEDO, A.; AGUSTÍ, B.; ESTEVA, L. (1991) «Les coves de can Roca de Malvet (Santa Cristina d'Aro)». Estudis del Baix Empordà, 10: 55-75.

TRILLA, J.; PALLÍ, L.; ZARROCA, M. (1985) «El medi físic terrestre del litoral de Catalunya». Conselleria de Política Territorial i Obres Públiques, Gen. Cat., 167 p. Barcelona.

TWIDALE, C. R. (1982) «Granite landforms». Ed. Elsevier, 372 p. Amsterdam.

TWIDALE, C. R. (1989) «La iniciación subsuperficial de las formas graníticas i sus implicaciones en las teorias generales de evolución del paisaje». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 13: 49-68.

VIDAL, L. M. (1886) «Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona». Bol. Com. Map. Geol. de España, 13: 209-380. Madrid.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1984a) «Microformas graníticas tipo tafoni (cachola) y gnamma (pia). Un micromodelado sin relación con el clima o la estacionalidad». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 7: 273-277.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1984b) «Geomorfología granítica. Modelos de deformación post-tectónica de los macizos rocosos». Mem. e noticias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol., Univ. Coimbra, 97: 143-158.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1984c) «Micromodelado de rocas graníticas. Un nuevo modelo genético». I Congreso Español de Geología. 1:585-594.

VIDAL ROMANÍ, J.R.; VILAPLANA, J. M. (1984) «Datos preliminares para el estudio de espeleotemas en cavidades graníticas». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 7: 305-324.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1985) «Estudio teórico sobre el origen de las características morfológicas de las pías (gnammas, vasque)». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 10:133-168.

VIDAL ROMANÍ, J. R.; GRACIA PRIETO, F. J. (1987) «Formación de cavidades en rocas graníticas bajo condiciones no epigénicas». Cuad. Lab. Xeológico de Laxe, 12: 47-58.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1989) «Geomorfología granítica en Galicia (NW España)». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 13: 89-163.

VIDAL ROMANÍ, J. R. (1991) «Tipos de fabric plana y su relación con la generación de formas graníticas». Cuad. Lab. Xeolóxico de Laxe, 16: 301-312.

VILLALTA, J. F. ; PALLI, L. (1973) «Presencia del Mioceno continental bajo el cauce del río Onyar en Gerona». Acta Geol. Hisp. 8 (3): 109-110.

VILLALTA, J. F.; LLOMPART C. (1981) «Hallazgo de un molar de *Mammut borsoni* (Hays) en el Plioceno del Baix Empordà (Prov. Girona)». Acta Geol. Hisp. 16 (4): 195-197.