

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO MORFOLITOLÓGICO DEL SECTOR COSTERO CENTRAL DEL MACIZO DE BEGUR (GIRONA)

LLUÍS PALLÍ BUXÓ

DEPARTAMENTO DE GEODINÁMICA EXTERNA. U.A.B.

I. INTRODUCCIÓN

La zona objeto de estudio está situada en la parte central del llamado Macizo de Begur, perteneciente éste al extremo norte de la Cordillera Costero Catalana. Se extiende a modo de franja litoral a lo largo de más de 3 km desde Els Forcats hasta el Cabo de Sant Sebastià incluyendo los núcleos habitados de Calella y Llafranc.

El sector está constituido por dos conjuntos litológicos distintos: materiales paleozoicos, plegados, metamorfizados y parcialmente granitizados, en su tramo septentrional y granitos, sin restos de cobertera metamórfica y con todo su cortejo filoniano, en su parte meridional. Ambos son el resultado de las acciones de la orogenia hercínica.

En efecto, la serie paleozoica fue afectada en primer lugar por las fases compresivas del ciclo hercínico, las cuales desarrollaron un metamorfismo en general de baja presión. Más tarde, y coincidiendo con el período final del plegamiento hercínico, se instaló un batolito granítico discordante con los materiales previamente depositados, el cual les afectó en una extensa granitización.

La orogenia alpina, al actuar sobre materiales totalmente rígidos, sólo originó una tectónica distensiva a base de fracturas de dirección predominante NE-SO y NO-SE que compartimentaron grandes bloques —el macizo de Begur es uno de ellos— y puso en contacto diferentes variedades graníticas, además de permitir la instalación de las rocas filonianas básicas más modernas.

Las características litológicas y estructurales influyen en el relieve general del macizo, y junto con las acciones que se desarrollan en la línea de costa, bajo un techo climático determinado, permite el desarrollo de una importante morfología costera de detalle.

II. VARIEDADES LITOLÓGICAS

El hecho de que el área indicada se encuentre cerca de la costa hace que las condiciones de estudio sean óptimas, ya que la acción del mar deja completamente al des-

cubierto la roca fresca a lo largo de todo el litoral y se pueden efectuar observaciones que en el interior son muy difíciles de realizar. Por ello las variedades petrológicas que se han identificado son numerosas si nos atenemos a la escasa extensión del afloramiento señalado (fig. 1).

Las unidades cartografiadas han sido las siguientes:

1. Rocas Metamórficas

- 1.a. Micacitas.
- 1.b. Cornubianitas.
- 1.c. Migmatitas.

2. Rocas Plutónicas

- 2.a. Leucogranodioritas porfídicas.
- 2.b. Leucogranodioritas biotíticas.
- 2.c. Sienitas.
- 2.d. Monzonitas.

3. Rocas Filonianas

- 3.a. Diques graníticos.
- 3.b. Aplitas.
- 3.c. Pegmatitas.
- 3.d. Pórfidos.
- 3.e. Lamprófidios.
- 3.f. Diques de cuarzo.

4. Rocas Efusivas

5. Rocas Miloníticas

1. ROCAS METAMÓRFICAS

1.a. Micacitas

Son rocas oscuras, de grano muy fino, con intercalaciones interestratificadas de feldespato y acumulaciones más o menos replegadas de biotita. El aspecto externo es el de una roca sedimentaria en avanzado proceso de metamorfismo.

Están constituidas por biotita-moscovita y cuarzo además de ortosa, magnetita, circón, rutilo, apatito, turmalina

y plagioclasa. Como minerales secundarios figuran clorita abundante y a veces sericitita. En algunos ejemplares resaltan nódulos de composición variada y compleja sobre la base grano-lepidoblástica, lo que confiere a la roca un carácter porfiroblástico.

En el sector se pueden separar dos tipos de micacitas: una formada por biotita en láminas, moscovita en agregados fibrosos y abundante feldespato y otra que sólo presenta biotita generalmente en posición orientada.

El contacto entre estas rocas y el granito es gradual en la zona de la Punta d'en Blanc y mecánico en el sector de Pinell. Por otra parte, los contactos entre micacitas-aplita o pegmatita y micacitas-cornubianitas son siempre netos.

Al microscopio revelan dos tipos de estructuras granudas: una de grano normal y otra de grano finísimo separadas por un contacto regular muy sinuoso que viene marcado por la biotita en forma de grandes granos.

La biotita es la que más evidencia la cataclasis a base de orientaciones en arco, trituraciones, venillas intersticiales y reunión de infinidad de granos más pequeños para dar la falsa apariencia de uno más grande. La estructura cataclástica puede presentar vetas de cuarzo perfectamente conformadas y diferenciadas.

Las micacitas son visibles en el sector de la Marinada, entre Calella y Llafranc y en el Pinell.

1.b. *Cornubianitas*

Son rocas de color gris verdoso cuando están frescas y pardo-marrónáceas cuando presentan alteración. Su grano es muy fino, imperceptible a simple vista.

Al microscopio revelan una estructura microgranuda cataclástica con abundante cuarzo dispuesto en alineaciones. La biotita también es esencial y se presenta en agrupaciones bandeadas. Otros minerales que se encuentran en la roca son: moscovita primaria, apatitos bien conformados y magnetita muy repartida en pequeños granos. Las micas aparecen a menudo cloritizadas.

Se presentan siempre al lado de las micacitas y también como ellas muy replegadas.

Abundan con escaso desarrollo en la zona de Pinell y son visibles asimismo en la carretera que partiendo de Llafranc llega hasta lo alto del faro de la montaña de Sant Sebastià.

1.c. *Migmatitas*

Son rocas de aspecto brechoide compuestas en parte por restos de materiales metamórficos de forma y tamaño variable, y en parte por materiales de composición y textura ígnea. Son de grano fino y tienden a formar masas más o menos oscuras, análogas en su aspecto, estructura y composición a los gabarros incluidos en el seno de las rocas granodioríticas. Presentan abundantes manchas blancas de plagioclasa caolinizada que destacan sobre el fondo oscuro de la roca, lo que determina su coloración grisácea.

Al microscopio revelan: plagioclasa del tipo oligoclasa con tendencia a ser andesínica; cuarzo; biotita con inclusiones de apatito, rutilo y circón o alterada a moscovita; hornblenda acompañada de apatito.

Son visibles en el sector del Port de Sa Mala Espina y en la Marinada.

2. ROCAS PLUTÓNICAS

Existen un elevado número de variedades, tanto es-

tructurales como mineralógicas, de este tipo de rocas. Desde el punto de vista descriptivo las agruparemos en las siguientes:

2.a. *Leucogranodioritas porfidicas.*

Son rocas de color gris con grandes fenocristales de ortosa. Mineralógicamente constan de: cuarzo, en grandes fenocristales, con muestras de poiquilosis, fuerte extinción ondulante y estructura en mosaico acentuada; ortosa, muy alterada, de naturaleza pertítica o en porfiroblastos rosados; biotita, en pequeñas concentraciones más o menos intersticiales totalmente cloritizada, epidotizada y con algún cristal de monacita; moscovita secundaria entre algunos cristales rotos de cuarzo. De entre los minerales accesorios destacan: cristales de apatito bien desarrollados, circón, magnetita y sulfuros de hierro. El tamaño del grano oscila entre los 5 y los 10 mm y los porfiroblastos de ortosa, maclados según Carlsbad, rara vez según Baveno, pueden llegar a sobrepasar los 5 cm. de longitud y presentarse a modo de pseudodiques de hasta 2 m. de potencia. Cuando el tamaño de grano disminuye empiezan a escasear los porfiroblastos y mineralógicamente se enriquecen de ortosa en detrimento de las plagioclasas. Los demás minerales no sufren apenas variación salvo en que aparecen minerales propios de zonas de alteración como titanita, rutilo y corindón.

Son las rocas más abundantes encontrándose las desde Els Forcats hasta poniente de la bahía de Llafranc.

2.b. *Leucogranodioritas biotíticas.*

Son rocas de color gris oscuro debido al alto porcentaje que presentan en biotita. Su tamaño de grano es de medio a grueso con algún fenoblasto de feldespato diseminado. Mineralógicamente constan de: cuarzo, bien desarrollado, con alineaciones e inclusiones, pudiéndose seguir en él todo el proceso de cataclasis; ortosa, marcadamente poiquilítica o pertítica, engloba a la biotita y a la plagioclasa además de permitir un desarrollo incipiente de la microclina; plagioclasa, idiomorfa y muy alterada; biotita, ocupando posiciones intersticiales y envolviendo a los demás minerales y pasando por alteración a clorita, magnetita, epidota y moscovita.

Se las encuentran rodeando la bahía de Llafranc.

2.c. *Sienitas.*

Son rocas de color rosa-rojizo y de grano medio a grueso, localizadas entre la Punta de Sa Torre y Can Capella así como en el sector de Ses Planes. A simple vista destacan grandes cristales de hornblenda con nidos férricos en concentraciones o ramificaciones sobre el feldespato, blanquecino o rojizo, dominante. Los cristales de cuarzo son muy diminutos y casi imperceptibles a simple vista. En contacto con las granodioritas presentan gran cantidad de máficos. Al microscopio evidencian su estructura granuda, con intensa cataclasis y fuerte granulación intersticial y posterior recristalización, en especial en el contacto con los diques. Como minerales esenciales poseen: ortosa, abundante y bien desarrollada, pertítica y generalmente alterada; plagioclasas del tipo albita-oligoclasa y en menor grado de andesina, alteradas y casi totalmente sericitizadas; hornblenda, en agregados microcristalinos de formas aciculares a plumosas, que pasan por alteración a riebeckita; biotita, casi toda ella cloritizada y con inclusiones de apatito y magnetita. De entre los minerales accesorios es posible distinguir titanita abundante, cuarzo

escaso, e incluso puede llegar a faltar, minerales de hierro, moscovita, circón y epidota.

2.d. *Monzonitas.*

Son rocas muy difíciles de distinguirlas y separarlas de las anteriores a simple vista. Al radicar también en los mismos afloramientos, tan sólo con el contaje de sus porcentajes mineralógicos ha sido factible su delimitación.

Destaca su estructura granuda formada esencialmente por plagioclasas tipo albita-oligoclasa, en general muy alterada y sericitizada, en bandas polisintéticas interrumpidas por inclusiones de pequeño tamaño de calcita secundaria. La hornblenda es el máfico esencial; se presenta en granos de pequeño tamaño, frescos, en nidos y con gran concentración de titanita y apatito en su seno o bien en cristales grandes e idiomorfos, individualizados, muy transformados y de relleno intersticial. Otros minerales presentes son: microclina; biotita, alterada a clorita y epidota; riebeckita, epidota, apatito, titanita, cuarzo, ilmenita y circón.

3. ROCAS FILONIANAS

Agrupamos en este apartado las variedades de rocas que sin haber salido a la superficie y corrido por ella, rellenan las grietas existentes en otras rocas. Utilizamos por lo tanto el término filoniano sólo desde el punto de vista descriptivo sin tener en cuenta para nada sus posibles diversos orígenes. El inventario que se utiliza a continuación sigue el orden cronológico en que fueron originadas.

3.a. *Diques graníticos.*

En la zona de la Punta d'en Blanc aparece una apófisis de granito rosado movilizado e intruido en la cobertera metamórfica. Su dirección es E-O y llega a tener hasta 2 m. de espesor.

En el sector del Pinell se observa otro dique de granito rosado porfiroblástico de igual potencia y con enclaves básicos que penetra en la leucogranodiorita biotítica.

3.b. *Aplitas.*

Son rocas de color gris claro a rojizo. Abundantísimas tanto en las formaciones graníticas como en las micacitas. De direcciones variables y trazado irregular, se ramifican en multitud de venas y venillas. Su espesor no supera nunca el metro de potencia. Las variedades blanquecinas son más duras y consistentes. A simple vista se distinguen granillos de feldespato y de cuarzo, pequeñas escamas de biotita y cristales pequeños de granate (El Pinell). En algunas muestras los cristales de cuarzo pueden tener hasta 1 cm. de longitud y los máficos presentarse en concentraciones sobre todo en sus salbandas.

Al microscopio se les reconoce estructura granuda panidiomórfica y cataclástica formada por: cuarzo abundante con extinción ondulante y formas gráficas; ortosa muy alterada con algunos fenocristales bastante desarrollados y en algunas secciones con intercrecimientos peritéticos; plagioclasas escasas del tipo oligoclasa las cuales presentan frecuentemente combinaciones de maclas de Carlsbad y de la Albita; microclina en secciones incipientes o bien desarrolladas; poca biotita en concentraciones, con tendencia a cloritizarse y con sus líneas de exfoliación arqueadas. Como minerales accesorios hay apatito, circón y magnetita, los tres incluidos en la biotita; moscovita y concentraciones ferríferas con rebordes arborescentes, producto de alteración de las micas.

3.c. *Pegmatitas.*

Al igual que los diques de aplita, son rocas muy abundantes en la zona. Unas veces las acompañan en el cortejo filoniano y otras se independizan para formar, irregularmente, ramificaciones de hasta 2 m. de espesor. De color blanco a rojizo claro, a simple vista destacan sobre la base granuda de tamaño medio a fino, grandes cristales de cuarzo y ortosa y raras veces de turmalina (Punta d'en Blanc) asociados con la biotita. Microscópicamente presentan estructura pegmatítica con zonas de cataclasis intensa a base de deformaciones, recristalizaciones y granulaciones. Como elementos esenciales destacan: cuarzo, algunas veces en formas gráficas; ortosa peritética; plagioclasa que incluso puede llegar a faltar. Como accesorios o secundarios figuran: turmalina, epidota, sericita, moscovita en agregados fibrosos, biotita, lepidolita y escasos cristales de apatito, circón, lepidomelana y magnetita.

3.d. *Pórfidos.*

Aunque son rocas poco abundantes en el sector se han podido identificar las correspondientes a los magmas granodiorítico, sienítico y diorítico. Todos ellos presentan estructura porfídica holocristalina de variado aspecto y coloración.

Los pórfidos granodioríticos tienen coloración gris a gris rosado y los fenocristales de feldespato –bastante sericitizados– de cuarzo –con signos de corrosión magmática– y de biotita –plegada– son muy visibles y destacan de la base granuda de igual composición. Se les ha identificado al sur de Els Forcats y en la carretera que conduce al faro desde Llafranc.

A los pórfidos sieníticos de color verdoso a rojizo, se les distingue a simple vista por la falta de fenocristales de cuarzo y por presentar manchas blancas alteradas de ortosa. Han sido localizados en los alrededores de Els Forcats.

Finalmente los pórfidos dioríticos tienen tonalidades gris oscuras y se presentan en delgados diques a veces unidos a los de pórfido granodiorítico de los cuales forman una de sus salbandas. Se reconocen en ellos abundantes fenocristales blancos de feldespato alterado, así como de biotita y de hornblenda. Se encuentran en la Marinada, cerca de la Punta d'en Blanc y en la zona de Pinell.

3.e. *Lamprófidios.*

Dentro de las rocas filonianas básicas ha sido posible identificar dos tipos de lamprófidios: las camptonitas y las espesartitas.

El único ejemplar de camptonita que se ha podido localizar se halla en el paraje conocido por Ses Planes, a poniente de Calella. Se trata de una roca muy bien conservada de color pardo negruzco casi negro. Se presenta en forma de dique horizontal con buzamiento de 12° al NNE y con una potencia máxima de 0,5 m. Es francamente porfídica con fenocristales negros muy brillantes de anfíbol y piroxeno sobre pasta granuda. Al microscopio se ve que sobre una base de feldespato destacan numerosos cristales largos de anfíbol pardo, acompañados de pequeños granos de magnetita y de piroxeno. A estos se les asocia apatito, labrador y cuarzo.

Las espesartitas son más numerosas y se las encuentran en la zona del Pinell y en el embarcadero de la Marinada, entre Calella y Llafranc. A simple vista sólo es posible distinguir cristales negros de hornblenda. Al microscopio se ve que su estructura es porfídica holocristalina con

muy pocos fenocristales alteradísimos de feldespato y bastantes de elemento negro muy cloritizado. Destacan los fenocristales de hornblenda sobre una pasta granulo-microlítica formada por cuarzo, plagioclasa, biotita, magnetita y esfena.

3.f. *Diques de cuarzo.*

Aunque de escasa entidad, el único filón de cuarzo cartografiado se encuentra debajo del poste de regatas de la Marinada, al sur de la Punta d'en Blanc. Se trata de una variedad de cuarzo lechoso hidrotermal que sigue la orientación de una fractura de dirección NNO-SSE con un buzamiento de 40° hacia el E.NE. Corta a las granodioritas y a las micacitas y posee en su interior pequeños nidos pegmatíticos.

4. ROCAS EFUSIVAS

Están muy poco representadas. Tan sólo unas felsitas de color verde oscuro siguiendo las líneas de fractura E-O en la bahía de Calella y un pórfido cuarcífero rosado, muy alterado, compuesto de fenocristales de plagioclasa, ortosa y cuarzo sobre pasta microgranuda constituida por biotita, hematites, moscovita, rutilo y apatito, en la carretera que sube al faro de la montaña de Sant Sebastià. Asimismo, en la bahía de Calella, en el embarcadero de la Marinada y debajo de Can Capella de Llafranc aparecen pórfidos traquítico-andesíticos de poca potencia y de color verde oscuro.

5. ROCAS MILONÍTIICAS

Agrupamos en este apartado a los pseudodiques o filoncillos de carácter lenticular y de color verde oscuro a negro que se han formado gracias a una intensa trituración de los constituyentes mineralógicos de la roca que las encaja. Aparecen en zonas de fuerte cataclasis y presentan aspecto felsítico y contactos netos. Sus potencias no sobrepasan los 2 m. de espesor. En general tienen una dirección dominante NO-SE con buzamiento de alrededor de 40° hacia el SO, muy visible en el embarcadero de la Marinada, aunque también pueden tener otras direcciones como ONO-ESE (Punta d'en Blanc y Can Vilá) o NE-SO (Sa Gramaloua).

Microscópicamente se ve cómo el tamaño del grano está más desarrollado en la zona central del pseudodique que en las salbandas. Aunque presentan contactos netos, el material milonítico indenta en las granodioritas formando curvaturas caprichosas e incluso puede llegar a englobar restos triturados de granodiorita encajante.

Vistas al microscopio delatan una estructura intensamente cataclástica traducida por: granos clásticos de cuarzo y ortosa alterada alineados e incluidos en una matriz afanítica negra o verdosa de cuarzo, feldespato y biotita; granulaciones marginales; extinción ondulante y flexiones; microfallas en las líneas de crucero; micas y productos secundarios de ésta, completamente arqueadas y trituradas; plagioclasas, macladas polisintéticamente y con sus bandas también arqueadas. Además de los minerales ya mencionados aparecen también: clorita, como producto de alteración de la biotita; magnetita, dentro de las micas; hornblenda, infiltrada en las líneas de rotura o bien formando pequeños granos; titanita, acompañando a la magnetita, aunque en muy escasa proporción.

III. MORFOLOGÍA

a. *Marco general de actuación*

Previo al estudio del comportamiento de las variedades litológicas que acabamos de examinar y al análisis morfológico del sector, conviene fijar, aunque sea esquemáticamente, los elementos que de una manera más o menos directa inciden sobre las distintas rocas y sus estructuras.

La zona presenta una oscilación térmica anual de 13° C con temperaturas medias en enero de 10,9° y en julio de 23,8° y una media anual de 16,5° C.

Las precipitaciones son inferiores a los 600 mm/año. El número de días de lluvia al año es de 70. Los meses de enero, julio y agosto son secos y octubre es lluvioso. La duración de la sequía de verano, calculada según el índice de aridez de Martonne, puede oscilar entre 9 y 14 semanas.

La humedad por su parte tiene una media anual del 73 % y las nieblas de procedencia marítima se cifran en 10-12 días/año.

Los vientos dominantes en el sector con sus direcciones respectivas son: el «garbí», del S a SSO, húmedo que sopla durante más de 200 días al año; la «tramontana», del N a NNO, violento y seco, se deja sentir más de 35 días al año; el «levant», del E a ENE, el «migjorn» del S y el «gregal» del NE, son húmedos y el primero de ellos frecuentemente violento. Se contabilizan 36 días de calma al año.

Los temporales importantes y que provocan grandes olas son los de «levant» (5 a 6 durante el año) y los de «migjorn» (3 a 4 anuales). El oleaje debido al «garbí» o al «gregal», aunque menos intenso, se deja sentir anualmente con más frecuencia.

La temperatura del agua del mar oscila entre 12° C (enero-febrero) y 22° C (agosto).

Las corrientes litorales, de gran importancia en el transporte de materiales y relleno de las playas, tienen dirección NE-SO.

La vegetación, tupida originalmente, se encuentra hoy día bastante degradada por la acción humana. Está formada por una flora de afinidades silicícolas permeables y constituida por un bosque perennifolio de pinos, encinas y alcornoques y un sotobosque de estepas y tojos. Toda ella protegiendo de la erosión el escaso suelo que existe.

b. *Factores que intervienen en la formación de las formas.*

Es un hecho evidente que las distintas variedades litológicas no se comportan de igual manera frente a la meteorización y a los agentes atmosféricos. Esta desigualdad de las rocas ante la erosión queda subordinada a varios factores, algunos de los cuales vamos a analizar someramente.

La alteración de la roca en profundidad depende en mayor o menor grado del poder de penetración del agua por las diaclasas, por las fracturas o por los planos interfoliarios de ciertas rocas. Los sistemas de litoclasas propios de la estructura tectónica herciniana que albergan gran parte de las rocas filonianas, fueron rejuvenecidos por los esfuerzos orogénicos alpínicos, creando una alta densidad de fisuración. Una posterior abertura de las antiguas fracturas ha permitido una constante e importante circulación del agua. Fruto de ello ha sido la mayor alteración de la roca que presenta alto porcentaje de roturas. Así las leucogranodioritas biotíticas mucho más diaclasadas que las porfídicas presentan un superior grado de transformación.

Por otra parte la regularidad de estas dislocaciones, cortándose de una manera muy próxima y formando ángulos agudos, explicaría la ausencia de los caos de bolas granodioríticas en el sector. Asimismo, el acceso del agua en las micacitas aprovechando su foliación favorece la formación de microrrelieves, pero no amplía la fragilidad de la roca, pues la penetración del agua es muy superficial.

Las condiciones climáticas templadas propias de este sector litoral, con veranos no excesivamente calurosos e inviernos suaves, producen una distinta alteración de los principales minerales constituyentes de las rocas estudiadas. Así el cuarzo prácticamente no se transforma; la ortosa, la microclina, la hornblenda y la moscovita se modifican poco, mientras que la biotita y las plagioclasas se alteran muchísimo. Esta erosión selectiva que se efectúa sobre los minerales incide en el comportamiento posterior de la roca. En efecto las plagioclasas de las rocas plutónicas al pasar a minerales arcillosos convierten a aquéllas en deleznales permitiendo la disociación de los cristales no alterados. Algo parecido ocurre con la biotita que al oxidarse e hidratarse fácilmente le permita separarse de sus vecinos cristales jugando de esta manera un gran papel en la desagregación granular.

El tamaño de grano de las rocas estudiadas es también factor determinante de una mayor o menor resistencia que se traduce en un relieve más o menos acusado. Las de grano fino destacan topográficamente debido a su elevada dureza, compacidad y menor plasticidad para el modelado. Fenómeno contrario ocurre con las rocas de grano grueso.

La secuencia de resistencia que se ha establecido entre las rocas del sector, con expresa mención de los afloramientos donde es visible esta propiedad, es en orden decreciente la siguiente:

<i>Tipo de roca</i>	<i>Localización</i>
Cornubianitas	Carretera al faro de St. Sebastià
Cuarzo	Punta d'en Blanc
Pórfidos	La Marinada
Milonitas	La Marinada
Aplitas sienitizadas	Els Pins
Aplitas	Els Forcats
Diques graníticos	Punta d'en Blanc
Pegmatitas	Sa Gramaloua
Migmatitas	Punta d'en Blanc
Micacitas trabadas por pegmatitas	Sa Gramaloua
Granodioritas porfídicas	Sant Roc
Monzonitas	Can Capella
Sienitas	Can Capella
Micacitas	Punta d'en Blanc
Granodioritas biotíticas	El Pinell
Camptonitas	Ses Planes
Espesartitas	Cabo de St. Sebastià
Porfiritas	Can Capella

Las sales que se depositan en las zonas desnudas cercanas al mar, ya sea por la acción directa del oleaje, ya sea por las nieblas marítimas cargadas de salinidad, impregnan los poros de las rocas y las atacan, dando lugar a una desagregación granular. Particularmente sensibles son las granodioritas porfídicas las cuales presentan microrrelieves de fenocristales de ortosa, de gabarros y de cuarzo que confieren a la roca una apariencia áspera (sector de Port Pelegrí).

El viento ejerce también una acción importante sobre

ciertas rocas tales como las micacitas, afectándolas y erosionándolas con facilidad, dando concavidades diferenciales y produciendo en ellas unas características formas alveolares (sector de la Marinada). En el litoral permite afectar a materiales topográficamente más altos, elevando el agua del mar a niveles superiores.

Así pues, las macro y microformas son distintas según la mineralogía, diaclasado, tamaño de grano y proximidad al mar de las rocas. En general y en las condiciones subhúmedas de la costa, los materiales metamórficos son más resistentes que los plutónicos y por este motivo constituyen los relieves más destacados (faro de Sant Sebastià). Los filones ácidos, en general estrechos pero de gran longitud, dan resaltes al ser más resistentes a la acción físico-química que las rocas encajantes (sector de Sa Torre). Los diques básicos, al contrario, son sensibles a las acciones químicas y granulares y dan entrantes (sector de El Pinell). Por otra parte la erosión eólica y litoral es más lenta en las granodioritas que en las micacitas (cabo de Sant Sebastià y Punta d'en Blanc).

c. *Formas actuales.*

De entre las formas actuales que se estudian a continuación se separan las que tienen una directa concomitancia con el medio continental de las que se relacionan con el medio litoral (fig. 2).

1. *Medio continental.*

Los cursos de agua torrencial que desembocan en la zona tienen poca pendiente; siguen en su mayor parte líneas de fractura o zonas de fuerte trituración, especialmente en las granodioritas. Particularmente expresivo resulta el ejemplo del sector fuertemente diaclasado de Calella donde en una longitud de poco más de medio kilómetro desembocan hasta un total de cinco torrentes. Presentan diversas suspensiones a distintos niveles (2-3 m, 5-6 m, y 10-12 m) y su indigencia es tal que fácilmente es explicable la impotencia actual de recobrar sus perfiles de equilibrio. Estas roturas de pendiente son visibles desde Sant Roc hasta el Port de Sa Mala Espina.

Los valles torrenciales son amplios y enlazados entre sí. En sus cabeceras la roca madre está recubierta por arenas permeables de descomposición que la protegen y evitan al mismo tiempo el que se albergue en ellas un curso permanente de agua. Estos materiales sueltos resbalan grano a grano ladera abajo y se acumulan en el fondo de las vertientes formando cubetas lenticulares a lo largo de los rellanos, donde los «thalwegs» ofrecen menor pendiente. El resultado de todo ello es la coexistencia de formas achatadas y superficies de aplanamiento en los cursos altos, junto a roturas de pendiente acusadas cerca del nivel de base actual.

La resistencia de algunas rocas filonianas, además de sostener parcialmente la cordillera en toda la zona, llega a orientar en parte la red hidrográfica.

2. *Medio marino.*

El desarrollo de la costa se amolda a las directrices impuestas por las grandes unidades del relieve interior. En líneas generales sigue exactamente la dirección NE-SO (tomada como línea imaginaria la que uniría el cabo de Sant Sebastià y el Cap Roig) paralela al eje estructural de la Cordillera Litoral Catalana. Sin embargo, la distinta resistencia a la erosión de los diferentes tipos de rocas ha ayudado al mar a labrar multitud de salientes rocosos, ca-

bos, y puntas con acantilados de desniveles importantes –la cima del cabo de Sant Sebastià tiene 170 m de altura a una distancia menor de 100 m de la línea litoral–, junto a entrantes rellenados por depósitos de descomposición de las rocas circundantes, las cuales, ayudadas por la acción de los torrentes, forman playas, calas y una plataforma de abrasión en el mar poco profundo de las orillas. Este retoque posterior, ya sea de las aguas continentales ya sea por la acción del mar, ha modificado la longitud de la línea de costa aumentando su articulación (se ha calculado para este sector un índice de desarrollo de Martonne –cociente entre las longitudes de las tangentes externas e internas de la línea costera– de 1,61).

Desde el inicio de la zona, al norte del cabo de Sant Sebastià, hasta la playa de Llafranc, la costa se presenta como un verdadero acantilado de más de 100 m de desnivel. Su base está constituida por materiales granodioríticos más resistentes a la erosión litoral, y su techo por micacitas y cornubianitas que forman la parte alta de la montaña de Sant Sebastià. Cuando éstas llegan al nivel del mar pueden constituir cuevas como en el sector de la Gramaloua.

A partir de Llafranc, la costa desciende, los acantilados son más bajos y se va sucediendo, hasta las primeras playas de Calella, una plataforma rocosa semisumergida con numerosas hileras de islotes, alguno de ellos prolongación de ciertos diques ácidos, testimonios de la antigua extensión de la línea de costa.

Las playas de Es Canadell, Port de Sa Mala Espina, Port Bó y Port Pelegrí, todas ellas en Calella, son de fondo

de cala cerrada y se encuentran en las desembocaduras de cortos torrentes. La erosión marina sólo ha alargado las entalladuras creadas por la erosión continental nutriéndolas de arena de grano medio a grueso, sin cementar, de color claro y sin biotita. Diversos tómbolos se ubican en ellas e indican el franco retroceso actual de la costa.

Al sur de la playa de Sant Roc y hasta Els Forcats se desarrolla otra plataforma rocosa más estrecha que la del sector Calella-Llafranc. Los acantilados alcanzan alturas medias; las playas de fondo de cala son ahora de gravas y bloques, subangulosos y rodados; se dan puentes como resultado del extenso diaclasado (La Foradada); los islotes presentan formas en dorso de ballena y se desarrollan incipientes superficies horizontales gracias a la erosión de diques horizontales de camptonita (Roques Planes). La cala abierta de El Golfet cerraría por el sur la zona estudiada.

Parece ser que los procesos de erosión mecánica son más eficaces que los procesos químicos en la confección y retoque de los accidentes costeros. Las playas directamente expuestas a los temporales del E son las más inestables, sobre todo cuando son pobres en contingente de arena. El oleaje junto con las corrientes procedentes del NE producen una lenta migración de los materiales hacia el S, sólo parada por los salientes y promontorios.

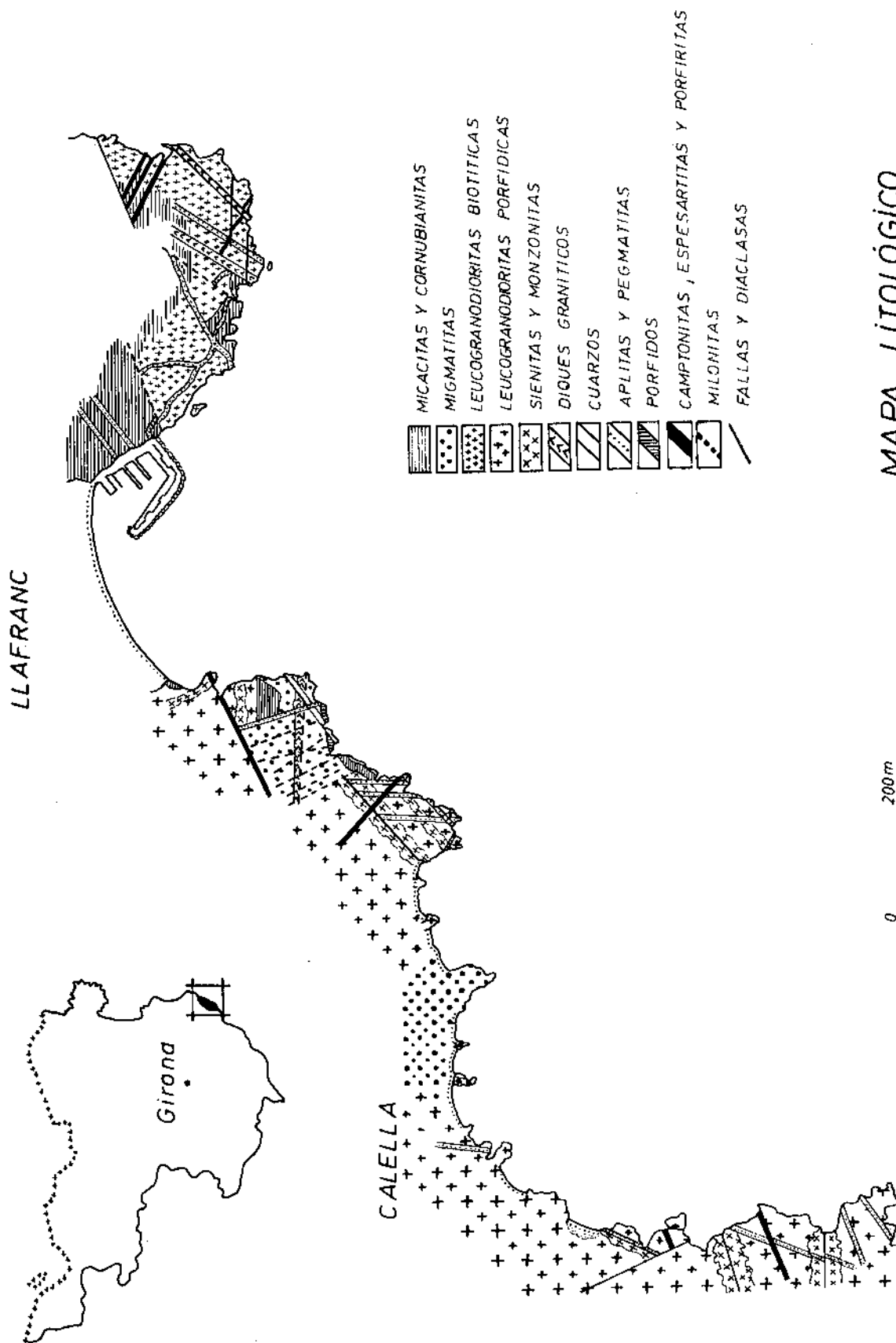
El precario equilibrio litoral logrado a través del tiempo puede ser modificado antrópicamente con la adición de nuevas estructuras en la línea costera –puerto deportivo de Llafranc– de efectos y consecuencias totalmente imprevisibles.

RESUMEN

Se contribuye en este trabajo al conocimiento de la morfología de la franja costera de un sector del Macizo de Begur a partir del estudio litológico, tanto macro como microscópico, de una serie de variedades de rocas metamórficas, plutónicas, filonianas y efusivas.

SUMMARY

This paper makes a contribution to the knowledge of the coastal fringe morphology of the «Macizo de Begur». A lithological study, macro and microscopic, has been carried out of a variety of a series of metamorphic, plutonic, phyllonianic and effusive rocks.



MAPA LITOLÓGICO

fig. 1

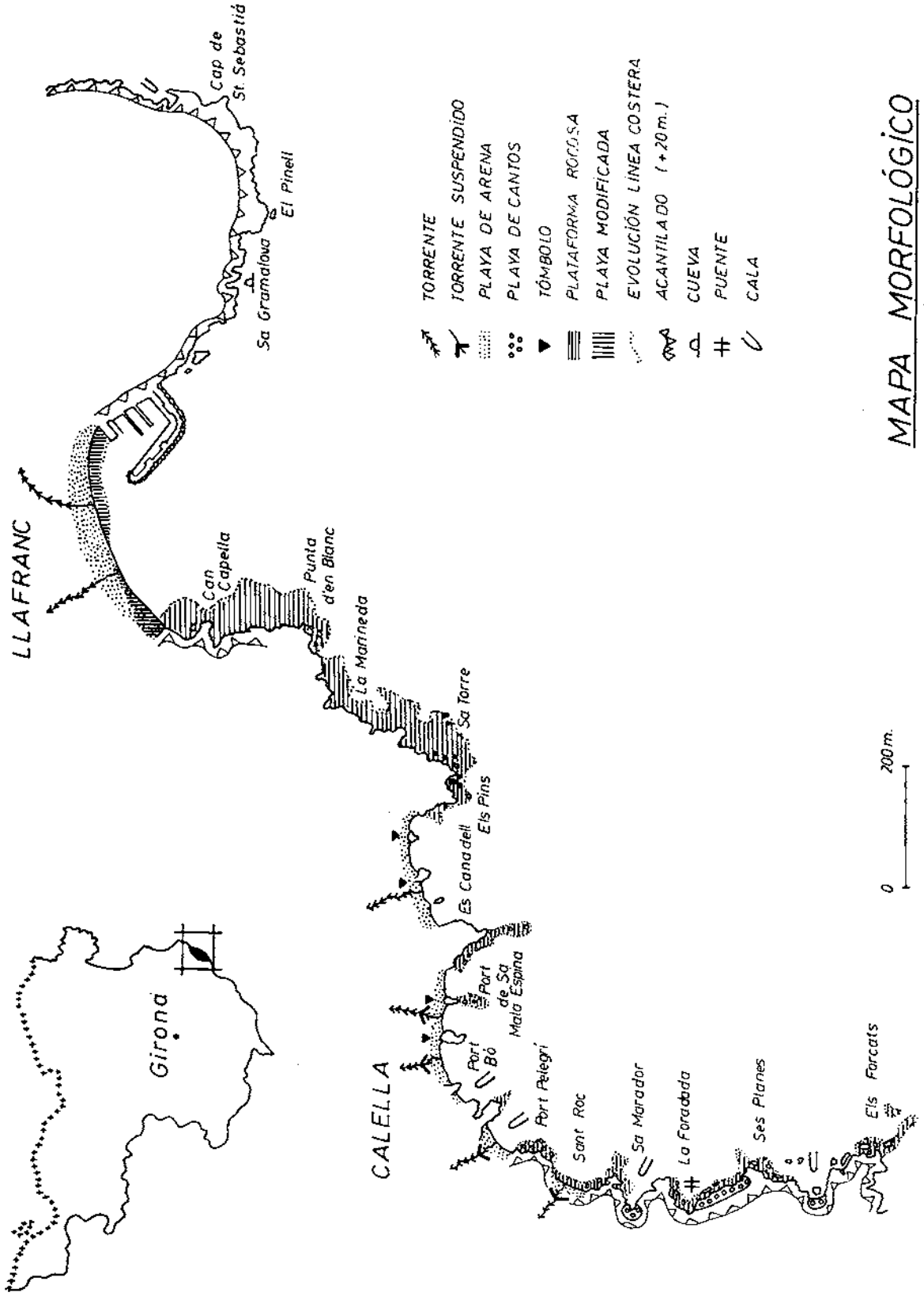


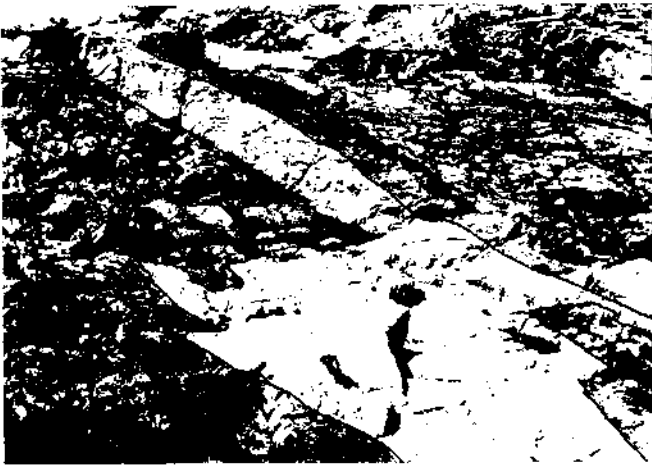
fig. 2



Vista general del sector norte de la zona desde Els Forcats.



Vista general del sector sur de la zona desde el faro de Sant Sebastià.



Dique granítico cortando las migmatitas y mostrando su mayor resistencia a la erosión. Punta d'en Blanc (Llafranc).



Entrantes en los diques básicos, sensibles a las acciones físico-químicas. El Pinell (Llafranc).



Microrrelieves de fenocristales de ortosa en leucogranodiorita porfídica. Port Pelegrí (Calella).



Desarrollo incipiente de una superficie horizontal gracias a la erosión de un dique de camptonita. Ses Planes (Calella).



Erosión diferencial en los gabarros de la leucogranodiorita porfídica. La Torre (Calella).