

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
CON LA COLABORACIÓN DE LA  
EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GERONA

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

## EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 366

# SAN FELÍU DE GUIXOLS

(GERONA)

---

MADRID  
Tip.-Lit. COULLAUT  
MANTUANO, 49  
1953

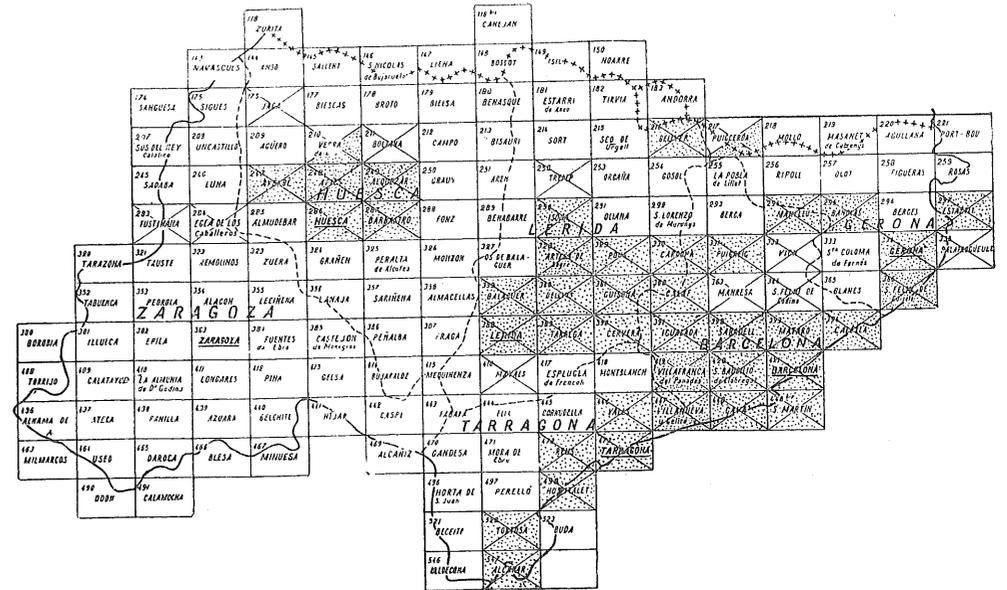
# TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE SAN FELIÚ DE GUIXOLS, NÚMERO 366

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por D. NOEL LLOPIS LLADÓ (Catedrático de la Universidad de Oviedo), D. JUAN M.<sup>a</sup> RIBERA FAIG (Profesor de la Universidad de Barcelona) y D. JOSÉ CASTELLS CABEZÓN (Ingeniero del Instituto Geológico y Minero de España).

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la Región, D. FERNANDO DE BENITO.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.



 Publicada
  En prensa
  En campo

## PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe ..... D. Fernando de Benito.  
 Subjefe ..... D. Agustín de Larragán.  
 Ingeniero ..... D. Antonio Almela.  
 Ingeniero ..... D. Augusto de Gálvez Cañero.  
 Ingeniero ..... D. Eduardo Alastrué.  
 Ayudante ..... D. Gregorio Ramírez Gil.

## ÍNDICE DE MATERIAS

|   | <u>Páginas</u> |
|---|----------------|
| I. Antecedentes y rasgos geológicos .....     | 5              |
| II. Rasgos de geografía física y humana ..... | 13             |
| III. Estratigrafía .....                      | 31             |
| IV. Petrografía ..                            | 43             |
| V. Tectónica .....                            | 55             |
| VI. Hidrología subterránea .....              | 65             |
| VII. Minería y Canteras .....                 | 71             |
| VIII. Bibliografía ..                         | 75             |

## I

### ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

Bauzá (1874) (5) reconoce el granito que forma la mayor parte de los partidos de Santa Coloma de Farners, La Bisbal y Gerona, principalmente en la parte de la costa. Señala pórfidos y porfiritas metalíferos en Caldas de Malavella y cita el Siluriano en el Oeste y SO. de la ciudad de Gerona, y concretamente en Vidreres, fuera de la Hoja, pero junto a su ángulo noroeste.

Teixidor y Cos (50) (1879) cita el granito en el litoral de San Feliu de Guíxols y Tossa, así como en el subsuelo de La Selva, en cuya comarca aflora hacia la parte de Caldas de Malavella y reconoce su riqueza en feldespatos, pegmatita común y gráfica y cuarzo.

Vidal (52) (1882) describe detalladamente los manantiales de Caldas de Malavella y da sus análisis, reconociéndolos como alcalino-carbonatados. Describe el granito que forma la comarca y se fija en especial en el Puig de les Moleres de Caldas, del que dice estar formado por uno distinto de aquél, con aspecto de roca aglomerada, con fragmentos de desigual tamaño de granito común, leptinita, arcillas endurecidas y un cemento arenoso, rico en biotita. Reconoce los filones de cuarzo calcedónico, casi verticales, que lo cruzan, con baritina, y cita una muestra de plata antimoniales de los alrededores. Señala el basalto de las inmediaciones de Caldas de Malavella y cita también los depósitos cuaternarios lacustres con gruesas arenas limoníticas, arcillas con melinitos y arcillas de batán.

Vidal (53) (1886) presenta un mapa geológico en bosquejo, de la provincia de Gerona, a la escala de 1 : 400.000, en el que señala toda la parte comprendida en la Hoja como granítica, excepto un manchón de Siluriano, alargado entre Vidreres y Llagostera. En la explicación reconoce tratarse de granito común de grano grueso, cruzado por filones de cuarzo, leptinita y diabasa.

Señala las arenas cuaternarias que cubren el granito de La Selva, así como los depósitos lacustres del Terciario superior del Sur de Gerona. Al tratar de las formaciones volcánicas, señala varios manchones de basalto, singularmente el de San Mauricio, junto al borde noroeste de la Hoja. Señala también las aguas ácido-ferruginosas de Bell-lloc, además de los diversos manantiales de Caldas de la Malavella y de los ferruginosos de Castell de Aro y de Penedes.

Mallada (32) (1895), describe por vez primera en España el proceso de desagregación del granito y su conversión en arenas feldespáticas. Reconoce, en la vecina sierra de Levante, su alteración hasta profundidades de tres metros, y cita la mancha granítica del Tordera, en la que está enclavada la Hoja. Pone al granito típico como más abundante, de grano grueso o mediano y poco coherente, y dice que en la parte de Montseny y Guillerics se presenta también el granito porfídico de tono rosado en general, acompañado también de la granulita.

Gelabert (24) (1904) cita, además de los manchones volcánicos ya conocidos en la provincia de Gerona, algunos nuevos cercanos a la Hoja.

Font y Sagué (23) (1905), en su curso de geología aplicada a Cataluña, incluye numerosos grabados de los accidentes costeros de Lloret, San Felú de Guixols y Tossa, así como la piedra oscilante de Pedralta.

Calderón, Cazurro y Fernández Navarro (10) (1906) citan, al describir extensamente las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona, un pequeño afloramiento basáltico en C. Poc, cerca de Santa Ceclina.

Faura y Sans (21) (1913) indica que en la parte sur del litoral de la provincia de Gerona el granito pasa a ser granulítico, y señala, en San Felú de Guixols, manchones de granito con grandes cristales feldespáticos rojizos.

Tomás (1919) (51) cita grafito, azufre, molibdenita, pirita, cuarzo, granate y ortosa en San Felú de Guixols; quiastolita en Llagostera; diacrasita, jaspe, ópalo melinitico, limonita, baritina, olivino, sepiolita y arcillas esmécticas y recocidas en Caldas de Malavella, y oligisto en Tossa.

San Miguel de la Cámara (39) (1921) estudia petrográficamente la colección de grandes bloques del Museo Martorell de Barcelona, en la que figura un granito protogénico y una aplita de las canteras del puerto de San Felú de Guixols.

Faura y Sans (1923) (22) describe orográfica e hidrográficamente la región, citando los caos graníticos de Plana Basarda y Pedralta, así como las cuevas del litoral de San Felú de Guixols, con numerosos grabados. Cita las fuentes picantes de Bell-lloc y Salenys. Describe los materiales cuaternarios de carácter marcadamente arenoso, procedentes de la descomposición del granito, de San Felú de Guixols y S'Agaró, y da un corte de 8 m. de los del valle del Ri-

daura. Cita el Cuaternario arcilloso en los recodos de la carretera de San Felú a Palamós, junto al límite norte de la Hoja. En la parte mineralógica, recoge los datos anteriores, dudando de la cita de azufre en San Felú de Guixols. En la parte petrográfica de su trabajo reconoce el carácter eruptivo del granito, en general porfiróide, distinguiendo muchas variedades reducibles a dos, a saber: el granito típico y el granito granulítico. El primero, grisáceo, a veces con gabarros y otras con grandes cristales de feldespato, lo sitúa en Llagostera, Bell-lloc, Santa Cristina de Aro y Fanals, así como en todo el litoral, desde este punto hacia el Norte. El granito granulítico o pegmatítico, como también lo llama, lo reconoce en todo el macizo costero entre Tossa y San Felú. A continuación da un estudio petrográfico, realizado por San Miguel de la Cámara, de varias muestras de la región, incluyendo granitos, aplitas y pegmatitas, pórfidos y lampróidos. Cita, además, el dique cuarzoso de la Punta d'en Bose, los planos de cloritización en el granito de San Felú de Guixols y el manchón de granito rojizo, con grandes fenocristales de feldespato, de Cap Roig, en Fanals.

San Miguel de la Cámara (40) (1929), al estudiar la vecina sierra de Levante, señala su riqueza en diques y admite para todos los de pórfidos y aplitas una edad postcarbonífera y pretriásica, emitiendo la hipótesis de una posible edad postpaleozoica de los de porfiritas, felsitas y cuarzo lechoso. Admite la existencia de una falla miocena superior, o pliocena, que determinaría la costa, de la que deriva la actual.

Schriel (46) (1929), sólo de paso trata de las formaciones eruptivas, pero consigna el batolito catalán, en el que está incluida la Hoja. En su mapa geotectónico figura el afloramiento paleozoico de Llagostera y Santa Ceclina, aunque no lo estudia, e indica una falla probable NE.-SO. en el contacto del macizo de Cadiretas con la Depresión de la Selva, prolongación de la que limita por su parte SE. la depresión del Vallés-Panadés, en la que reconoce un hundimiento tectónico con antecedentes epirogénicos.

San Miguel de la Cámara (41) (1930) describe una muestra de eclogita de Llagostera, remitida por el Rvdo. Gelabert, quien dice que se halla empotrada en el granito, juntamente con pizarras micáceas y jaspe silíceo. El autor de la nota relaciona este hallazgo con las muestras de pizarras maclíferas de la misma localidad que tiene en su poder, y admite la presencia de una zona metamórfica de contacto en esta parte de Cataluña. En otra nota del mismo trabajo se cifran en cinco las fases eruptivas de la Cadena Costera Catalana, y se sitúan en los tiempos alpínicos las emisiones lampróido-porfiríticas.

Chevalier (14) (1930) interpreta las cordilleras costeras como dos arrugas hercínicas paralelas, de dirección NE.-SO., con sendos ejes anticlinales gra-

níticos y una cobertera metamórfica. En el mapa que adjunta incluye el manchón silúrico de Llagostera.

San Miguel de la Cámara (42) (1932) extiende a la Costa Brava las fases eruptivas definidas en su anterior trabajo, y reconoce como de edad intramiocénica la formación de las numerosas fracturas del granito de la región, con trituración del mismo y producción de granitos cataclásticos. Por otra parte, reconoce el antiguo carácter de costa de rías del litoral de la Hoja, rías hoy día rellenas ya en su mayor parte. Cita los manchones cuaternarios de Lloret, Tossa, San Felú de Guixols y Valle de Ridaura. Reconoce el carácter porfiróide del granito, siempre de composición normal, rico en biotita, con gabarros y con abundantes señales de intensa acción dinámica, a veces con grandes cristales de feldespato y otros con piritita, y, en algunos cataclásticos, con la mica cloritizada. Cita las numerosas aplitas y lamprófidos que lo atraviesan, entre los que reconoce ejemplares del tipo espesartita y otros del tipo camptonita. Cita también pórfidos graníticos, sieníticos y dioríticos en el litoral de la Hoja, y destaca la riqueza en pórfidos cuarcíferos diversamente coloreados. Finalmente, entre Lloret y Tossa reconoce diques de porfiritas andesíticas típicas. Como direcciones dominantes, da para los pórfidos y aplitas la OSO.-ENE., y para los lamprófidos y porfiritas la NO.-SE. Dice que en general los filones destacan poco de la roca de la caja y se alteran como ella.

Bataller (4) (1933) describe las fuentes de Caldas de Malavella, admitiendo que surgen en una grieta de dirección E.-O. y reconociendo que tienen origen volcánico. Cita también las de Bell-lloc, en Santa Cristina de Aro, bicarbonatadas sódicas, así como la ferruginosa de Castell de Aro, relacionándolas con la tectónica.

San Miguel de la Cámara (45) (1934 b) distingue entre los granitos de la Costa Brava, además del biotítico, gris, de grandes gabarros y grano mediano, el granito de grano grueso, muy frecuentemente porfídico, a veces con enormes cristales de feldespato, el granito pegmatítico, rojizo, con escaso elemento negro, formado casi exclusivamente de granos gruesos de cuarzo y feldespato, y el granito de carácter aplítico, de grano más fino y de color blanco o verdoso claro. Describe diversas variedades de pórfidos filonianos y más especialmente de aplitas y pegmatitas, acerca de las cuales resalta la marcha irregular y variable de sus afloramientos. Acerca de los lamprófidos reconoce también la variedad de sus arrumbamientos, describiendo varias muestras referibles a los grupos espesartita, camptonita y kersantita. Los pórfidos cuarcíferos los reparte en tres grupos, a saber: microgranitos, granófidos y felsófidos. También describe las porfiritas, abundantes entre San Felú de Guixols y Canyet.

Llopis Lladó (25) (1934), en una pequeña nota de vulgarización, indica el

carácter juvenil de la morfología de la Costa Brava, y resume a continuación los conocimientos adquiridos en la época acerca de su geología.

Ashauer y Teichmüller (2) (1935) reúnen todos los afloramientos graníticos del E. de Cataluña en un solo batolito, al que denominan «granito principal catalán», y cuya intrusión reconocen como post-tectónica y, tanto en general como en detalle, concordante con la estructura de la bóveda. La intrusión afecta a estratos de la cobertera, cada vez más recientes, en dirección hacia la costa. La zona central de la intrusión la sitúan en el anticlinal de Santa Fe del Montseny, desde donde un manto granítico se introduce por la cobertera hacia el SO., originando la Sierra de Levante. Las intrusiones póstumas de pórfidos cuarcíferos en el seno del granito empotrado en los anticlinales, presentan típicas estructuras de bóveda. En otros casos se presentan aquéllos en diques, junto a las porfiritas, siguiendo las diaclasas del sistema «Q». La intrusión del granito principal catalán sería coetánea de la fase astúrica. En las fases alpínicas, la unidad catalana varisca fue rota por fracturas, baseculando en parte. Reconocen una edad preponciense, y en parte postponciense, a las fracturas de la depresión prelitoral. En el mapa que adjuntan sobre las formaciones variscas de los alrededores de Gerona, representan varios diques en el granito costero de la zona de San Felú de Guixols, pero omiten el manchón metamórfico de Llagostera.

Solé Sabarís y Llopis Lladó (49) (1939), al estudiar la tectomorfología del bloque de las Gabarras, suponen la presencia de una fractura E.-O. a lo largo del valle de Aro, en el curso inferior del río Ridaura, y la relacionan con las emisiones carbónicas de Santa Cristina d'Aro. Su edad sería miocena. Progresando a su favor, la erosión remontante del Ridaura ha determinado la captura de una serie de cursos afluentes del Ter a través de La Selva. En lo que a ésta se refiere, se reconocen sus estrechas relaciones con la depresión prelitoral catalana, y se indica que está limitada por fallas jalonadas por diversas emisiones volcánicas, hidrotermales y carbónicas. Fechan la época de su hundimiento en el Plioceno y, tomando pie en los depósitos lacustres de esta época citados en Gerona, admiten que ha estado cubierta uniformemente por un manto sedimentario plioceno. En la actualidad estos materiales se hallan solamente en los bordes, por haber sido derrubiados en el centro de la depresión. Por otra parte, el zócalo de la misma está en parte cubierto por depósitos aluviales, terrazas fluviales y, en los bordes, depósitos de pie de monte. La base de los depósitos pliocénicos la interpretan los autores como una superficie de erosión sobre el granito, situada a 100 metros de altura y de edad prepliocénica. En cuanto a la zona montañosa, reconocen la ausencia de niveles de erosión antiguos, por la proximidad del nivel de base, que ha hecho remontar la erosión actual hasta las cabeceras. Indican las diferencias mor-

fológicas entre la zona granítica y la pizarreña, y sobre ésta citan hombreras de erosión a 400 y a 250-300 metros en la vertiente de La Selva.

Carandell (11) (1942-43), en su notable estudio geográfico sobre el Bajo Ampurdán, hace llegar sus límites meridionales a San Felú de Guixols, indicando que toda la zona de acantilados de Tossa y las montañas que los continúan hacia el interior pertenecen a la comarca de La Selva. Destaca el papel preponderante de las diaclasas del granito costero, en la morfología de detalle de la costa.

Llopis Lladó (27) (1943 a) describe los materiales del Puig de les Moleres, de Caldas de Malavella, como un conglomerado arcósico integrado por cantos graníticos brechoides muy abundantes, con otros de pizarras metamórficas y calizas paleozoicas, unidos por cemento cuarzoso y cruzado por dos sistemas de diaclasas rellenas de ópalos, calcedonias y baritinas. El tamaño de los elementos es muy variado y las capas están dispuestas en estratificación cruzada, con pequeñas capas de elementos finos. Encima de estos materiales se disponen en otros puntos de la población arenas silíceas, arcillas grisverdosas y lechos de travertino lacustre, con una capa compacta de travertino y arcillas, y arenas actuales encima.

Llopis Lladó (27) (1943 b) concreta la estratigrafía del Valle de Caldas de Malavella reconociendo una serie de unos 30 metros de potencia con una base de arenas limoníticas, que hacia la parte oriental, dentro ya de la Hoja, pasan en sus niveles superiores a los conglomerados arcósicos descritos. Encima vienen los niveles de arcillas turbosas y, por fin, el lecho travertínico. El conjunto está empotrado en cubeta en el granito circundante, mediante dos fracturas NO.-SE., ligeramente plegado en sinclinal y cruzado por una numerosa red de microfallas. Por diversas fracturas emergen las emisiones basálticas e hidrotermales.

San Miguel de la Cámara (45) (1946), en su estudio de las rocas de la hoja de Mataró, hace notar el carácter básico de los granitos de la Cadena Costera Catalana, con tendencia al paso a dioritas cuarcíferas o granodioritas. Por lo demás, distingue los mismos tipos de granito que para la parte de la Hoja distingue en trabajos anteriores.

Solé Sabarís (48) (1946), al estudiar los bordes del macizo de Las Gabarras, menciona los depósitos pliocénicos de Quart y Palausacosta, refiriendo las arcillas al Plioceno medio y los conglomerados groseros que coronan la formación al Villafranchense. Admite que las emisiones basálticas de Caldas de Malavella son antepliocénicas, por estar decapitadas por las arcosas, que refiere al Plioceno, y dice que las fallas han jugado también en el Cuaternario. Señala la continuidad de los depósitos pliocénicos hasta Llagostera. Sufiere que el valle de Aro es un estrecho compartimiento tectónico hundido,

más bien que una sola fractura. Describe el grupo de fuentes carbónicas de Llagostera, integrado por cuatro pozos abiertos junto a la estación de Font Picant, dos emergencias en la llamada Font Picant de Bell-lloc, la fuente de Salenys y la del Prat y la fuente de Panedes, estas tres últimas comprendidas en la Hoja de Gerona. Señala como causa de estos afloramientos hidrominerales un dique de pórfido de dirección N. 20° O., a lo largo del cual se hallan dispuestos. Este dique ha jugado intensamente después de su formación, englobando fragmentos de pizarras metamórficas y de otras rocas y determinando la caquirización del conjunto y la conversión del granito de la caja en protogina. Relaciona esta línea de fractura con la que separa Las Gabarras de la Depresión de La Selva.

Marcet y Solé Sabarís (34) (1947), en la Memoria adjunta a la hoja geológica de Gerona, en curso de publicación, analizan el problema de La Selva, llegando a la conclusión de que esta comarca ha sufrido un hundimiento con un arrasamiento erosivo alrededor de 100 m., posterior al primero y anterior a los materiales que la cubren. Junto a ello, existe también dovelación y nuevo arrasamiento con posterioridad a los mismos. En cuanto a la edad de los citados materiales es considerada como pliocena media o superior, tanto los depósitos arcillosos de Gerona como los arcósicos de la parte de Caldas y Llagostera, a los que aquéllos pasan lateralmente. La diferencia de facies quedaría explicada por la consideración de las diferencias petrográficas del «hinterland» montañoso. Por lo que respecta a la morfología de las Gabarras admiten un modelado epicíclico residual, con hombreras a 400 y 300 y 180-200 m., a cuyos niveles hay que sumar el de 100 m. de La Selva.

## RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

La Hoja núm. 366, San Felú de Guíxols, comprende una de las regiones más pintorescas y visitadas de la Cataluña septentrional, pues en ella está incluida casi la totalidad del fragmento meridional de la Costa Brava comprendido entre el valle del Tordera y el valle de Aro. La distribución en hojas del Mapa Nacional a 1:50.000, corta en este punto un reborde del territorio peninsular, de tal manera que más de la mitad de la superficie de la Hoja está ocupada por el mar. Sólo la mitad NO., comprendida entre los 41°50' y los 41°40'55" de latitud y los 6°30' y 6°46'59" de longitud, corresponde a espacio peninsular.

Casi la totalidad de esta zona está integrada por relieves que pertenecen a la Cordillera Costera Catalana, que se suceden ininterrumpidamente a lo largo de más de 180 Km., desde el Campo de Tarragona hasta la depresión del Ampurdán, en Gerona, aislando la depresión mediterránea de la fosa-cuenca prelitoral.

De esta última aparece sólo un pequeño fragmento en el ángulo NO. de la Hoja, que, entre el Tordera y Gerona, forma la depresión de La Selva.

Los relieves de la Cordillera Costera están divididos por profundos valles en una serie de macizos más o menos aislados, especialmente en las vertientes mediterráneas. En el SO., el valle de Lloret, separa los relieves de Santa Cristina y Blanes, ya fuera de la Hoja, del macizo de Rosell (341 m.) y Set Forats (265 m.). Más hacia el NE., la profunda entalladura del valle de Tossa separa el anterior del macizo de Cadiretas (519 m.), y del Montclar (417 m.), que a su vez están aislados de las montañas de Las Gabarras por el amplio valle de Aro, por donde discurre el río Ridaura.

Los macizos de Las Gabarras y Cadiretas, que constituyen los puntos más

elevados de la Hoja, presentan una acusada disimetría, puesto que sus cumbreros, de formas planas o maduras, se inclinan suavemente hacia el NE., mientras que fuertes desniveles (más de 450 m. en Cadiretas) las elevan brusca-mente sobre los valles por sus vertientes occidentales. El macizo de Cadiretas es a este respecto muy característico.

La divisoria de aguas entre las vertientes mediterráneas y la depresión de La Selva es harto irregular a consecuencia de la avanzada evolución de la red hidrográfica, cuya descripción y estudio se hará en el capítulo de Morfología. Baste decir aquí que la línea divisoria primitiva, que correspondía, a todo lo largo de la cordillera, a los macizos altos próximos a la costa, como todavía ocurre en la zona SO., se ha desplazado hacia el interior en las inmediaciones del valle de Aro. Actualmente pasa al Este de Llagostera por Puig Roig y San Crispins, en dirección N.-S. casi ortogonal a la dirección normal SO.-NE.

La depresión de La Selva, de la que aparece un retazo en el NO. de la Hoja, contrasta vivamente con el resto de los relieves, por su carácter de superficie plana surcada apenas por las cabeceras de algunas rieras que tributan al interior de la depresión.

En su conjunto, cabe, pues, distinguir en esta Hoja de SE. a NO. tres unidades geográficas y geológicas:

1. Cordillera Costera Catalana.
2. Depresión de La Selva (prelitoral).
3. Depresión mediterránea. La Costa Brava.

#### A) Los bloques montañosos

El relieve de las zonas montañosas de la Hoja, modelado casi exclusivamente sobre materiales eruptivos y metamórficos es, en sus líneas generales, un relieve de erosión. Las influencias petrográficas y estructurales, aunque existentes, no logran imprimir un sello a la morfología del conjunto. Su papel se reduce a pequeñas diferencias de detalle.

Las diferencias petrográficas entre granito y metamórfico son notables únicamente en las zonas donde aflora el granito normal o el granito porfídico. Estas dos clases de granito son fácilmente disgregables, por lo que deben considerarse como materiales menos resistentes que las pizarras metamórficas. Las formas de erosión inscritas en estos granitos se degradan fácilmente por la alteración atmosférica y el consiguiente arrastre de los materiales arenosos y arcillosos que ésta origina. Las pizarras, más resistentes, quedan en relieve. De este modo el contacto entre los afloramientos graníticos y los pi-

zarreños queda frecuentemente de manifiesto por un quiebro de la pendiente del relieve. En la zona de Llagostera, donde abundan los enclaves metamórficos en el granito, el reconocimiento de los afloramientos, cubiertos de espesos carrascales y bosques de alcornoques, queda sobremanera facilitado por este hecho, que determina colinas pizarreñas emergentes de un relieve granítico bastante más suave.

En las zonas integradas exclusivamente por rocas eruptivas, también se

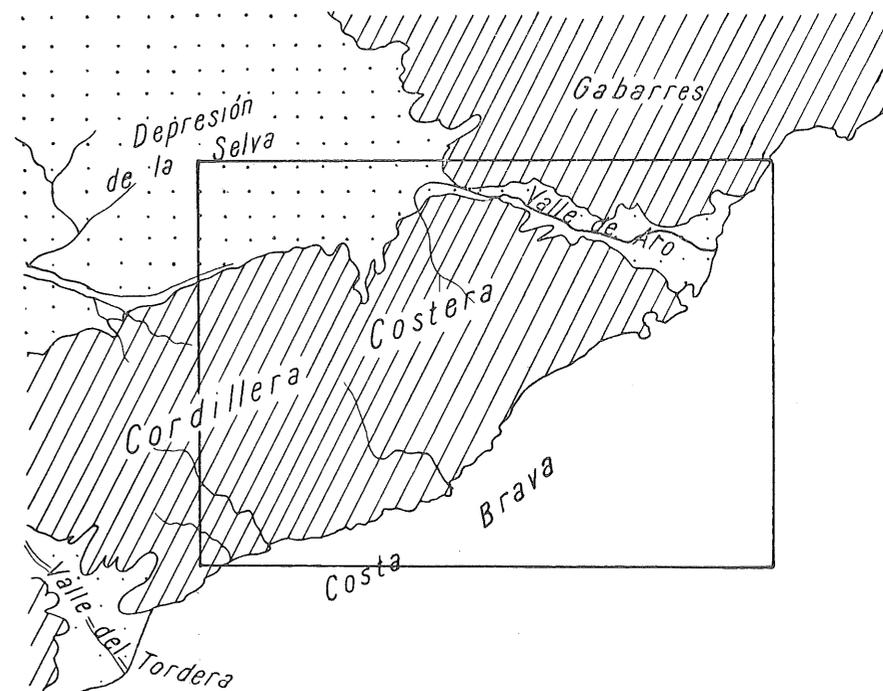


Fig. 1.—Elementos fisiográficos de la Hoja de San Felú de Guixols. Los bloques hercínicos elevados van rayados; las depresiones con relleno terciario o cuaternario y los bloques hundidos, punteado.

aprecian contrastes morfológicos debidos al afloramiento de masas eruptivas más resistentes que el granito, al que atraviesan. A este respecto son notables las rocas ácidas, especialmente las erupciones de felsitas, que en la parte meridional de la Hoja asoman entre el granito ácido, provocando el resalte de los cerros de Rampugut, Puig Nou y Montgrós (cota 322). Las aplitas, también muy resistentes a la alteración atmosférica, no tienen un papel morfológico

tan destacado debido a la delgadez de sus diques y a su gran diaclasación. Los pórfidos cuarcíferos y los diques de cuarzo tienen especial influjo en la morfología. En la carretera costera que une Tossa con San Felú de Guixols, se pueden observar bellos ejemplos de crestones y paredones producidos por los primeros, en los Km. 16 y 18,5. Buenos ejemplos de monadnocks producidos por diques de cuarzo los constituyen el cerro sobre el que asienta la iglesia de Llagostera y el que divide en dos el portillo de San Baldiri, en la divisoria del Ridaura y el torrente de Canyet. En la zona litoral, sometida al ataque de las olas, se pueden ver también casos demostrativos de la especial resistencia de las dos últimas rocas citadas. En cambio, los diques de pórfidos graníticos y los de lamprófidos y porfiritas y basaltos, por su fácil alterabilidad, no se hacen patentes en la morfología, como ya resaltó San Miguel de la Cámara (1932).

También dentro del granito es posible observar diferencias morfológicas debidas a la contigüidad de diversas facies de granito. Los tipos de granito reconocidos en la Hoja pueden colocarse, por orden de mayor a menor alterabilidad, en el orden siguiente: granito normal biotítico; básico pasando a granodiorita; granito biotítico de facies porfídica, con grandes fenocristales de feldespato; granito ácido de facies pegmatítica; granito ácido de facies aplítica; granito aplítico de moscovita. El estudio de la energía que comunican al relieve sobre ellos instalado, corrobora esta colocación. Así, por ejemplo, las zonas vecinas a Llagostera, integradas por el granito normal, dan formas suaves y redondeadas, donde los procesos de degradación subaérea cubren pronto a la roca de un espeso manto de lehm de alteración, según es fácilmente visible en las trincheras cercanas al Km. 23 del ferrocarril de Gerona a San Felú. Encima de estos granitos no se observa la presencia de los conocidos caos de bloques, es decir, masas redondeadas de granito sepultadas en un manto de lehm. Ello puede deberse a su gran alterabilidad, que motiva la destrucción homogénea de toda la masa. Los relieves, integrados por granitos del tipo porfídico, no muestran tampoco gran viveza en sus formas topográficas, y los mantos de lehm granítico, también bastante desarrollados, coexisten con los caos de bloques, según es fácilmente visible a lo largo de la orilla izquierda de la Hoja, y en especial en los alrededores del barrio de Malvert, en Santa Cristina de Aro. Los relieves enérgicos se instalaron solamente sobre las masas de granito ácido, pobre en elementos melanócratos, como el que integra el macizo Cadiretas-Montelar, en el centro de la Hoja. Sorprende hallar en un país granítico, de altitud escasa, formas de la energía de las que integran los cerros de Montelar, Plana Basarda, Puig de les Cols, Pedralta, Roca Llisa, etc. Los mantos de lehm granítico son muy raros en esta zona, incluso encima de las partes más o menos niveladas por antiguos ciclos de erosión,

y faltan casi en absoluto los caos de bloques. Sólo en ciertos casos se encuentran éstos, y aún con desarrollo precario, sobre alguna superficie de erosión muy antigua, como es, por ejemplo, la de Cadiretas-Montelar, donde se han desarrollado a favor del largo tiempo de exposición a la intemperie. También es fácil comprobar cómo los bloques, rodando por las vertientes, se hallan sólo en la parte más alta de éstas, como de más largo tiempo sometida a la degradación subaérea, pero no sobre las pendientes de las bajas colinas. Los niveles de erosión inferiores, comparables a los que presentan caos de bloques y mantos léhmicos sobre el granito porfídico, no presentan sobre el granito ácido ninguno de estos caracteres. Ello corrobora la gran estabilidad de estos granitos frente a los agentes atmosféricos. Dentro de ellos, destacan todavía por su resistencia los granitos ácidos de facies aplítica, los cuales se encuentran, bien en masas aisladas, bien en enclaves dentro del granito ácido pegmatítico. El macizo de Rosell, entre Lloret y Tossa, es un buen ejemplo de relieve diferencial, destacando grandemente entre los relieves suaves y de escasa altitud de los alrededores de Lloret, excavados en granito biotítico, normal. La línea de cerros alineados entre 300 y 400 metros de altura, que bruscamente caen sobre la orilla izquierda del Ridaura, entre Santa Cristina y Fanals de Aro, es debida a un gran afloramiento de granito moscovítico ácido de facies aplítica, de gran resistencia. En cuanto a la resistencia de los distintos tipos a la erosión lineal de los cursos de agua, los hechos observados nos permiten afirmar que en todos los casos es elevada. Todo ello parece, pues, apoyar las ideas expuestas por Birot (1937), en el sentido de atribuir al granito, bajo nuestros climas, gran resistencia a la erosión lineal junto a una fácil alteración en superficies suavemente inclinadas. También coincidimos con Birot en cuanto a la mayor alterabilidad de los granitos básicos, ricos en biotita, con relación a los granitos de tipo ácido, de muy lenta degradación subaérea, lo que no implica forzosamente la aceptación total de las ideas de Birot a este respecto. Es de notar la coincidencia de los procesos de alteración del granito en relación con su mayor o menor acidez, con lo que llevamos dicho sobre el papel morfológico de las rocas filonianas y efusivas, en las que, en líneas generales, hemos señalado una disminución en la resistencia a la degradación química, al aumentar su basicidad.

Al lado de los efectos morfológicos de las diferencias petrográficas hay que señalar los más reducidos de la estructura. Aparte algunos paredones y crestones determinados por ciertos afloramientos, ya citados, de rocas resistentes, de tipo filoniano, solamente en algunos casos se deja notar en ciertas formas la influencia de la diaclasación. Ello es evidente sobre todo en los parajes donde el granito ácido pegmatítico ha estado largamente expuesto a la acción atmosférica, como en las altas superficies de erosión del macizo Cadi-

retas-Montclar. En esta superficie, así como en la algo más baja de Pedralta, son frecuentes los caos de bloques, en los que todavía se reconoce la dirección de las diaclasas, a lo largo de las cuales se verificó el aislamiento de los bloques, muy poco desplazados, por lo tanto. Es conocido de antiguo (Font y Sagué, 1905), y goza de fama entre los naturales del país, el bloque oscilante de Pedralta, cabalgando sobre unos pocos más, en todos los cuales es bien posible determinar los sistemas de diaclasas E. 20° N. y subhorizontal que los han determinado. La fragmentación alpídica del conjunto eruptivo y metamórfico de la Hoja determina, como se ha indicado ya, la distribución de sus principales accidentes topográficos. Sin perjuicio de insistir más adelante en ciertos hechos, señalemos solamente aquí el carácter tectónico de la costa, y del contacto entre el bloque de Cadiretas-Terra Negra-Atalaya con la depresión selvatana y aun del trazado de los valles de Tossa y del Ridaura.

Hemos indicado ya que, a pesar de las influencias someramente descritas, el relieve se presenta en la Hoja de San Feliu de Guixols como una superposición de epiciclos más o menos importantes. En el bloque montañoso central de la Hoja hemos hallado, bastante uniformemente repartidos, los restos de cinco niveles de erosión, sobre todo bien visibles en la vertiente costanera, en la cual no es raro hallarlos encajados claramente entre sí.

Por debajo de esta superficie, actualmente reducida a nivel de cumbres o poco menos, se instala el nivel de Rosell (341-322 m.) y de Montgrós (314-322 metros), que entre Tossa y Lloret forman el techo del sistema montañoso. Esta superficie, reducida al estado de nivel de cumbres entre Tossa y Lloret, tiene sus equivalentes en forma de hombreras en la vertiente costera del bloque de Cadiretas (Ermita de San Grau, 360 m.; Can Rifà, 340 m.), y en conjunto presenta los caracteres de un relieve casi senil, al que cabe también referir algunas hombreras a 400 m. al Oeste de Cadiretas, así como las superficies y lomos suavemente inclinados de Terra Negra (420 m.), Atalaya (392 m.) y Puig Ventós (419 m.), de los que se pasa suavemente, mediante cuerdas muy tendidas, a los cerros y retazos de superficie de los alrededores del vértice Rosell. Siguen a los restos de este nivel los testigos de los de Set Forats, Can Toni Pau y Lloret de Mar. El primero se halla en el cerro de Set Forats (253 m.), entre Tossa y Lloret, al NE. de la carretera de Lloret a Vidreres (cotas 239, 246, 267 y cuerdas cercanas) y bajo forma de hombreras y cerros residuales en el trecho de costa entre Tossa y San Feliu de Guixols. La superficie de Can Toni Pau se halla notablemente patente entre 140 y 180 m. en los alrededores del Km. 32 de la carretera de Lloret a Tossa, y también en el curso medio de la riera de Tossa, y por toda la costa, en forma de hombreras y cerros residuales. Finalmente, el nivel de Lloret de Mar se presenta en forma de una superficie casi horizontal, alrededor de los 80 m. de altitud al NO. de la villa de Lloret, y pro-

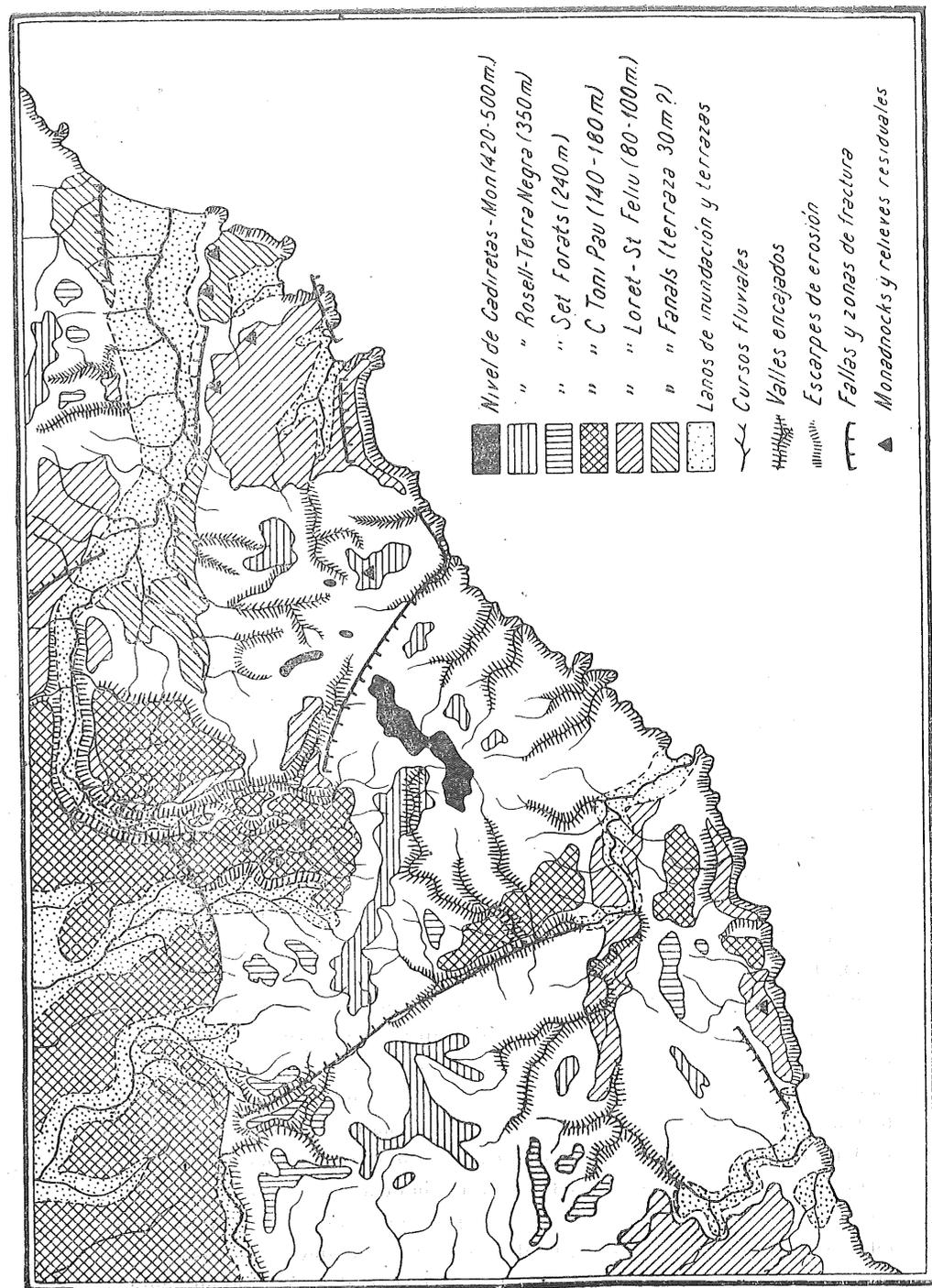


Fig. 2.—Esquema tectomorfológico de la región estudiada.

sigue a alturas comprendidas entre 80 y 100 m., todo a lo largo de la zona costera entre Lloret y Tossa, donde es muy claro su encajamiento en el nivel anterior. También pertenecen a esta superficie los cerros y llanos, a 70 m., en los alrededores de San Felú de Guixols. Sin que en el estado actual de nuestros conocimientos podamos afirmarlo con seguridad, parece que en la vertiente interior de la Hoja se halla análoga sucesión de niveles. En resumen, se hallan en la Hoja los niveles de erosión de 400-500 (basculado), 320-340, 240-260, 130-140 y 80-100 metros.

### B. La Depresión de La Selva

Esta comarca, cuya parte suroriental está comprendida en la Hoja, está integrada, según Solé y Llopis (1939), por una superficie de erosión sobre materiales paleozoicos y granito, recubierta por materiales pliocenos. En la parte comprendida en la Hoja está integrada por granito solamente, y tiene una altitud intermedia entre 140 y 160 m. En la parte de Santa Ceclina, su borde, sito hacia los 160-170 m., sube rápidamente hacia los restos de la superficie de 250 m., que se intercala entre ella y las alturas de Puig Ventós y Terra Negra. En cambio, al Este del curso superior del Ridaura, su borde asciende a mayor altura (210 m. entre Can Tallada y Solius) y pasa bruscamente a las altas cumbres de Montclar (417 m.), presentando en conjunto caracteres algo distintos de los del resto de la depresión selvatana. Como hacen notar Marcet y Solé (1947), se presenta ésta ligeramente ondulada por efecto de la erosión de los tributarios del Ter y del Tordera, que la ha retocado ligeramente. Se han formado valles muy anchos y de vertientes muy suaves, tal como se presenta en el ángulo del NO. de la Hoja. En cambio, en la parte E. del Ridaura, la superficie de La Selva se halla profundamente disecada por los afluentes de este curso, el cual corre profundamente encajado en ella, a lo largo del borde norte de la Hoja. Es particularmente notable, por las formas escarpadas que presenta, el cantil que entre Santa Cristina (Solius) y Can Durán cae bruscamente desde los paisajes muy suavemente alomados de los alrededores de la cota 210, hasta los llanos del valle del Ridaura, en la parte de Santa Cristina de Aro, situados hacia 100 m. La existencia de esta porción lateral de la superficie de La Selva al S. del curso E.-O. del Ridaura, suministra importantes datos para el esclarecimiento de la evolución de aquella comarca. Por una parte, en efecto, contribuye a la mejor comprensión del verdadero significado del nivel de erosión de La Selva, fosilizado por los sedimentos arcósicos del Plioceno superior (Marcet y Solé, 1947). La perfección del arrasamiento sobre

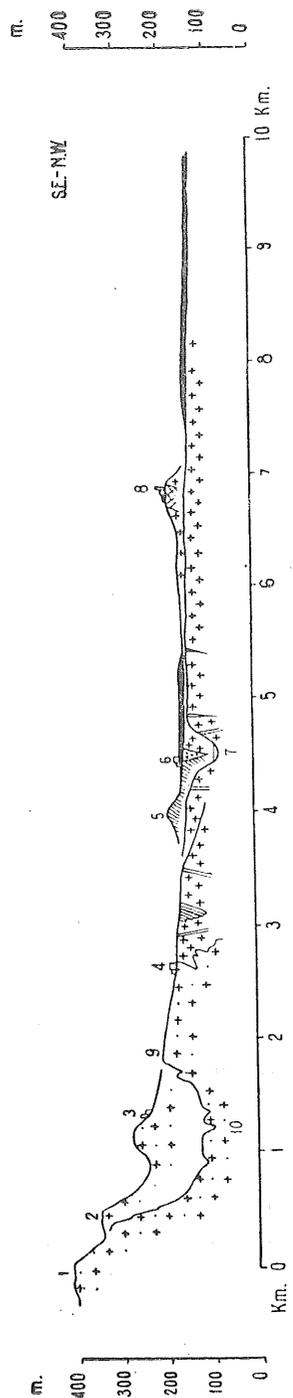


Fig. 3.—Esquema morfológico del borde SE. de la depresión de La Selva.

1, Montclar. 2, Matacucua. 3, C. Durán. 4, Can Tallada. 5, Puig Roig. 6, Can Planes de S. Llorens. 7, R. Ridaura. 8, Llagostera. 9, Cota 210. 10, Cabeceras de las rieras de Solius.

Cruces y puntos, Granito pegmatítico. Rayado, Enclaves metamórficos. Punteado, Plioceno inferior. Negro, Plioceno superior. Blanco, Cuaternario superior.

el granito, el relativamente escaso grosor de su cobertera sedimentaria, que lentamente se adelgaza hacia el borde, la sucesiva inclinación en rampa ascendente hacia el borde montañoso, la inexistencia de materiales de cobertera en este tramo marginal y el ángulo brusco bajo el que se une la superficie con sus relieves limítrofes, sin mediación de fractura alguna, son datos que permiten interpretarla como una superficie del tipo de «pediment», de los que han sido descritos repetidamente por varios autores en distintas zonas americanas, y cuyo problema ha sido claramente discutido y analizado por Macar (1935). Este autor ha reconocido, en el mismo trabajo, la posibilidad de su génesis bajo climas templados. En el supuesto de esta interpretación, quedaría zanjado el problema de la edad relativa entre el arrasamiento y los materiales que lo cubren, con un sincronismo entre ambos fenómenos. Pero por otra parte, el retazo de superficie conservado al Sur de Ridaura suministra también información de orden tectónico. Admitida, en efecto, la continuidad de la superficie a un lado y a otro de la posible zona de fracturas, está claro que no es dable admitir un juego, por lo menos importante, de las mismas, después del Plioceno superior, y que por lo tanto, si La Selva es una dovela hundida (lo cual no es de este sitio discutir), su hundimiento (quizá no ajeno del todo a la especial disposición de los materiales inferiores de Llagostera) debe ser anterior al arrasamiento, como han indicado ya Marcet y Solé (1947). Todo ello no excluye, sin embargo, los pequeños movimientos póstumos de las fallas, determinantes de las emisiones carbónicas de Bell-lloc-Panedes y de la dovelación de Caldas de Malavella, cuya parte SE. queda comprendida en la Hoja. Admitiendo la equivalencia entre los depósitos del Puig de les Molerres y los de la serie superior de Llagostera, esta dovelación sería posterior al Plioceno superior, y se habría hecho a favor de fracturas preexistentes y rellenas por basaltos de edad anterior a las arcosas (Solé Sabarís, 1946). Su consecuencia es la creación de la cubeta tectónica de Caldas, empotrada en el granito, y las emisiones geiserianas, a cuyo favor son duramente cementados los materiales contenidos en el interior de aquélla. De este modo, sin necesidad de nuevo arrasamiento, gracias a la indecisión y poco vigor de la red hidrográfica, a medida que los materiales arcósicos exteriores a la cubeta de Caldas, desprovistos de cementación, y el granítico-biotítico que los soporta, eran lentamente degradados, quedaban en saliente ligero, pero apreciable, los materiales duramente cementados del Puig de les Molerres, en una verdadera inversión del relieve.

### C. Los valles fluviales

Los valles fluviales más importantes de la Hoja están, en general, orientados sobre fracturas aproximadamente normales a la costa. Sin embargo, no se trata de valles recientes, sino que su instalación a lo largo de las líneas tectónicas debe de ser bastante antigua a juzgar por las frecuentes hombreras que se reconocen en sus vertientes y que pueden referirse bastante bien a los epiciclos reconocidos en la franja costera. También autoriza a atribuirles cierta antigüedad, el hecho de que el trazado de la vaguada actual es sinuoso y no coincide, en la mayoría de los casos, con el trazado de la fractura maestra, no teniendo por lo tanto el característico trazado rectilíneo, típico de un valle tectónico joven. Ello puede explicarse por efecto del desplazamiento lateral acontecido durante las épocas de estabilidad correspondientes a los epiciclos citados arriba. Un buen ejemplo de línea tectónica ocupada de antiguo por valles fluviales lo constituye la alineación Santa Ceclina-Tossa, en la que se instalan el valle del Barranco de Can Noguera y el de la Riera de Tossa. En esta última son evidentes los cambios laterales en la posición del talweg, correspondientes a los epiciclos de Can Toni Gros y de Lloret.

Mención aparte merece el valle del Ridaura, del que Solé y Llopis (1939) dieron a conocer los caracteres principales. El valle del Ridaura es un caso típico de valle tectónico, que erosionando regresivamente a favor de una zona de fractura ha introducido sus cabeceras en la vertiente interior de la Cordillera Costera, capturando a una parte de la red de drenaje que vertía hacia el Ter. Los autores comparan este caso a otros idénticos de otras partes de la Cordillera Costera. El Ridaura presenta en su curso tres partes de caracteres diferentes. Se origina en los alrededores de la Ermita de San Baldiri, a 3 Km. escasos de la costa y se dirige hacia el NO. hasta las inmediaciones de Llagostera. En este punto, a unos 8 Km. de la costa, tuerce al Este, dirección que conserva durante 4 Km. más hasta las inmediaciones de la Font Picant de Bell-lloc, desde donde toma dirección el ESE. que conserva a un largo de unos 3 Km., tomando en Santa Cristina de Aro, y hasta su desembocadura, la dirección O.-E. Este punto dista sólo 9 Km. de sus cabeceras. El tramo superior, hasta Llagostera, presenta caracteres de curso alto. Fuerte encajamiento, escasez o ausencia de llanos de inundación y escasas sinuosidades en el trazado del talweg. Desde las Casas de Ridaura el río toma caracteres de curso medio que conserva hasta Santa Cristina. Valle en artesa, sistema de terra-

zas continuo y sinuosidades mayores. Desde este punto hasta el mar el río, sin tomar todavía caracteres de curso inferior, los presenta ya algo distintos. El valle es mucho más ancho, sus vertientes, sobre todo la derecha, son más tendidas y las sinuosidades de su talveg más acusadas. En este último curso es notable la disimetría del valle. La vertiente izquierda es abrupta y desciende rápidamente hacia el llano, en tanto que la derecha es mucho más tendida, escalonándose en ella algunos niveles de erosión. Ya hemos indicado anteriormente la explicación de tal fenómeno, como debido a la diferencia petrográfica entre ambas vertientes.

Aunque se hace difícil precisarlo, parece que la zona de capturas corres-

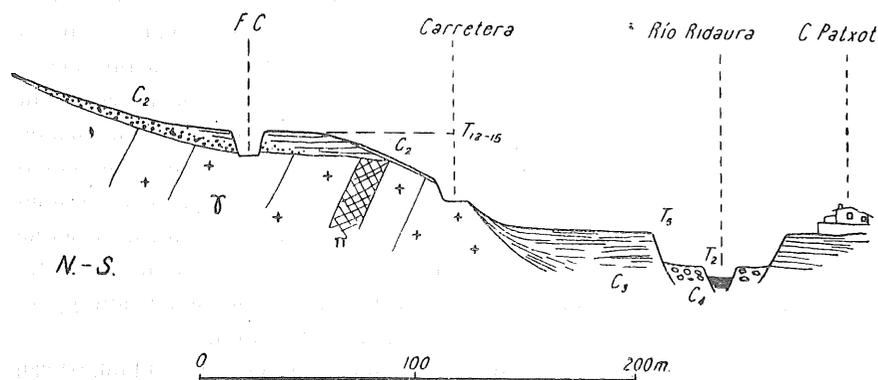


Fig. 4.—Las terrazas del Ridaura junto a Can Ruscalleda.

γ, Granito. π, Pófido.  $c_2, c'_2, c_3, c_4$ , Unidades sedimentarias del Cuaternario (véase texto).  $T_5$ , Terraza de cinco metros.

ponde al tramo E.-O., entre Llagostera y Bell-lloc. En este tramo, en efecto, el valle empieza a encajarse en los últimos retazos de la superficie de La Selva, situada hacia los 160 metros al N. de Can Ruscalleda. Entre Bell-lloch y Llagostera, el Ridaura recibe por su margen derecha una serie de tributarios fuertemente encajados en aquella, y que a no dudar constituyen antiguos cursos afluentes del sistema de drenaje de La Selva. El último curso capturado es el actual tramo superior del Ridaura, y cuya mayor importancia, ya en los tiempos anteriores a la captura, debe buscarse en la particularidad de estar instalado en la línea tectónica Llagostera-Canyet, jalonada en Casas de Ridaura por basalto, en San Baldiri por el filón de cuarzo asociado a uno muy potente de calcita espática, y en Canyet por los granitos cataclásticos alineados al N. 40° O. También la riera de Can Mingo y la de Can Dalmau tienen sus

cabeceras orientadas al Norte en el macizo de Montclar-Puig de les Cols-Pedralta, y tuercen luego al E. para desembocar en el Ridaura, en Santa Cristina de Aro. Su carácter parece, pues, debido a una serie de capturas. También en la orilla izquierda del Ridaura se dan casos de captura de cursos de la vertiente selvatana, a favor de la vertiente marítima. El más notable es el caso de la riera de Salenys, que en sus cabeceras drena las vertientes occidentales de Romanyá de la Selva, en dirección al O. o al SO., y tuerce luego al S., corriendo fuertemente encajada en la superficie de La Selva, situada aquí a unos 190 metros para afluir al Ridaura.

Parece indudable que la rápida progresión de la erosión remontante del Ridaura, con producción de las capturas citadas, debe buscar en el campo de la tectónica su explicación. En opinión de Solé y Llopis (1939), la línea de fractura a cuyas expensas ha retrocedido el río, es continuación de la que limita el bloque de Las Gabarras por occidente, entre Gerona y Cassá, jalonada en las inmediaciones de Gerona por manifestaciones hidrominerales (Solé, 1946). Sin que por el momento quepa refutar este modo de ver las cosas, ya hemos visto que tampoco es posible presentar claras pruebas de orden tectónico que lo abonen. Sin embargo, quizá la hipótesis más próxima a la realidad sea la de que el Ridaura ha visto su erosión favorecida por la presencia de una zona de menor resistencia por su riqueza en micro o meso-fallas en el granito. Ello es más verosímil que la suposición de una sola fractura importante, que ni la litología ni la morfología señalan, y, con mayor motivo, que la idea de una fosa tectónica o «graben», cuyo fondo no cabe reconocer ni tampoco sus fallas o zonas de fractura maestras. Tales zonas de desplazamiento, a base de numerosas fallas de poco salto, son más frecuentes en el granito que las líneas de falla aisladas y de gran salto. Su presencia y mecanismo han sido estudiadas por Llopis Lladó (1944). En algunos puntos del bajo valle del Ridaura (kilómetro 31,5 de la carretera de Gerona a San Felú) son evidentes y de dirección paralela a la general del río (E. 20° S.). En cuanto a las rieras de Salenys y de Bell-lloc, es posible que su camino se haya visto facilitado por la presencia de la zona de trituración y desplazamiento en relación con el dique porfídico señalado por Solé Sabarís (1946) en esta parte. En cuanto al tramo E.-O. del Ridaura, entre Bell-lloc y Llagostera, el hecho de que no hayamos podido reconocer fracturas en él, no excluye su posible génesis a lo largo de alguna falla, máxime cuando al O. del mismo, y en su misma dirección, empieza la fractura de C. Gros, con la dovela empujada en ella, de que hemos hablado más arriba.

Fijar la edad de las capturas referidas presupondría el conocimiento de la edad de las superficies de erosión que se hallan en relación con estos fenómenos. Parece ser que todos los casos de captura son posteriores a la superficie

de La Selva, es decir, al Plioceno superior. La captura del curso alto del propio Ridaura puede situarse entre la superficie de La Selva y la época del nivel de Lloret, o sea de los 80-100 metros, pues éste parece poder seguirse, algo encajado en la superficie de La Selva, casi hasta las cabeceras. En cambio, la captura del curso alto de la riera de Salenys, parece ser posterior a este nivel, pues mientras es posible encontrar en su curso inferior (alrededores de Bell-lloc) superficies a él asimilables, el tramo superior se encaja directamente en el nivel de La Selva.

#### D) Las terrazas fluviales

Dada la poca importancia de los cursos fluviales de la Hoja, no es de esperar un gran desarrollo de sus sistemas de terrazas. Solamente es posible afirmar con seguridad la existencia de dos niveles. Por una parte, es visible la terraza baja, referida en el capítulo de Estratigrafía a la unidad cuaternaria  $c_3$ , muy bien desarrollada, y de unos tres metros de altura sobre la parte baja de los cursos fluviales. Generalmente los ríos se encajan directamente en ella, y sólo en algunos casos es visible un lecho mayor. En el curso del Ridaura, así como en los alrededores de Lloret de Mar, esta terraza presenta gran desarrollo. Su altura sobre el río es de unos tres metros en Santa Cristina de Aro y Solius, cuyos llanos integra, pero ya en Can Rusalleda y Can Patxot está situada a cinco metros sobre el cauce, y más aguas arriba, al O. de Can Durán, sus retazos se hallan a ocho metros sobre el río. Este carácter es precisamente el que permite considerar a este nivel como a una terraza, correspondiente a un perfil fluvial de mayor pendiente que el actual. Por debajo de ella sólo es visible un lecho mayor, situado a dos metros del cauce, correspondiente a la serie  $c_4$ . Por encima de esta terraza baja sólo es posible señalar retazos, en general bastante degradados, de una terraza cuya altura oscila entre 10 y 15 metros y está integrada por materiales de la serie  $c_2$ . En la riera de San Lorenzo, en Llagostera, se hallan retazos de este nivel, así como en Lloret de Mar (Bóvila Seballó) y San Felú de Guixols (riera de Santa Escolástica). En estas localidades su influencia en la morfología es grande, debido al escaso desarrollo de la terraza baja. En cambio, en la riera de Tossa, sólo con gran duda es posible señalar su existencia, y en el Ridaura únicamente es visible desde las inmediaciones de Can Rusalleda hasta Bell-lloc, donde queda a unos 12-15 metros sobre el río. En el curso bajo, el gran desarrollo de la serie cuaternaria  $c_3$  en todas sus formas, la ha destruído por completo. Por encima de este nivel no se halla ninguna terraza. Sin embargo, de la conside-

ración de los materiales de la serie  $c_1$ , así como de ciertos rasgos morfológicos, como la superficie ya citada de Fanals de Aro, con travertinizació en su parte superior, y los amplios rellanos sobre el granito, entre Solius y Bufaganyes, a unos 25 metros sobre el río Ridaura, autorizan a pensar en la pretérita existencia de una terraza de 25-30 metros, hoy totalmente desmantelada.

#### E) Morfología costera

El litoral de la Hoja está alineado en dirección general SO. 1/4 O.-NE. 1/4 E. Presenta dos ondulaciones con el máximo saliente en la Punta del Faro de Tossa y en la Punta de San Telmo (San Felú), respectivamente, que determinan que los arrumbamientos de la costa oscilen entre E. 1/4 NE.-O. 1/4 SO. (Lloret de Mar) y N. 1/4 NE.-S. 1/4 SO. (Playa de Aro). La articulación del litoral es escasa. Solé Sabarís (1933) asigna a toda la Costa Brava, en cuyo extremo sur se halla el litoral que estudiamos, un índice de desarrollo de 1,54. Es clásica (San Miguel, 1929) la concepción tectónica de la costa catalana, como debida a una fractura maestra NE.-SO. de edad alpídica. Por lo que respecta a la Hoja, no cabe duda acerca de este carácter, que queda suficientemente de manifiesto por las numerosas fracturas paralelas al litoral. Pero, por otra parte, no es menos cierto que dista mucho de poderse encuadrar claramente en el tipo de costas de falla, tal como lo describe Martonne (1925-27). La ausencia de grandes profundidades junto al litoral, el relativamente grande índice de articulación, así como el carácter de sus accidentes, indican que después del primer origen tectónico ha sufrido una larga y compleja evolución. El resultado de ella puede concretarse en el siguiente diagnóstico: *Se trata de una costa tectónica de fractura en la que se desarrolla un típico litoral de sumersión, con regularización poco adelantada* (Wooldridge y Morgan, 1944). Ello explica la coexistencia del trazado continuo de la costa con lo accidentado de la línea del litoral, en la que alternan frecuentemente pequeños entrantes o «calas», con puntas salientes guarnecidas de acantilados.

El carácter tectónico de la costa y la dureza del granito que la integra, al determinar un frente abrupto continuo, y gran pendiente en los numerosos cursos en él instalados, impide por un lado un gran desarrollo de articulaciones importantes, y por otro, escaso aporte de materiales capaces de contribuir a la regularización, por relleno, de los entrantes. El carácter sumersivo queda patente en la correlación existente entre los entrantes o «calas» y los cursos fluviales. San Miguel (1932) ha citado la existencia de rías, en gran parte colmatadas, en la Costa Brava. Ahora bien, como ha observado Martonne (1942),

en la costa mediterránea de Francia, la regularización se produce en las costas de este mar, en mucho mayor grado, por medio del relleno de los entrantes costeros que por abrasión de los salientes, que siempre es escasa. En la costa de la Hoja, es fácil comprobar este hecho. Los salientes se encuentran en general poco atacados, a lo que no debe ser ajena, por otra parte, la dureza del material. Sólo en Tossa, Canyet, Punta d'en Bose y cabo de San Pol es posible hallar alineaciones de islotes y arrecifes en relación con la destrucción de puntas. En cambio, los entrantes, con abundantes aportes de materiales continentales, puesto que los marinos, por el hecho anterior son escasos, se hallan casi enrasados con el perfil general costero, como en las rieras de Lloret y de Tossa y en el Ridaura. Las calas de San Felíu y de San Pol deben su relleno incompleto a la exigua importancia de los cursos que en ellos desembocan, así como a la dureza del granito ácido que integra las respectivas cuencas. Pero la mayor parte de la costa presenta un recortado de detalle que se halla casi en plena juventud (Llopis, 1934). Los acantilados vivos en pleno retroceso, son en general poco altos, y la abrasión empieza sólo a atacarlos. La progresión realizada no es mucha, a juzgar por los caracteres de la topografía submarina. En todo caso, en efecto, las «lloses» y demás fondos rocosos, no rebasando los 5 m. de profundidad, referibles a la abrasión actual, están muy poco desarrollados. Los alrededores del vértice Forques han sido atacados con alguna mayor intensidad, debido a factores estructurales (véase parte de tectónica y el mapa de la Comisión Hidrográfica, 1889), como son la presencia de un buen sistema de diaclasas y la numerosa cantidad de zonas de trituración del granito a lo largo de algunas de ellas. A éstas se deben también las vecinas cuevas de San Pol, y las de la Punta d'en Bose. Los diques de rocas básicas, fácilmente alterables, y las diaclasas bien desarrolladas encauzan bien el efecto de la abrasión. Bellos efectos de estas influencias se ven bien entre San Felíu y Playa de Aro. Este carácter juvenil de la costa, en pocos lugares cercano a la madurez de la abrasión actual, se compagina mal con la suave pendiente general de los fondos marinos costeros. El examen de las hojas de la Comisión Hidrográfica (1888 a y 1893) revela, en efecto, salvo pequeñas diferencias entre unas y otras zonas, un talud casi continuo desde el litoral hasta unos -80 m. a 4-5 Km. de la costa, donde enlaza con la superficie casi horizontal de la plataforma continental, con fondos menores de 200 m. hasta unos 20 Km. de la costa. La anchura que tienen los fondos menores de 100 m. y la disposición escalonada que con atención puede apreciarse en ellos (Comisión Hidrográfica, 1888 b, c, 1889 y 1893), permite comprobar la suposición hecha más arriba, de una evolución más o menos compleja de la costa de la Hoja, después de su primer origen tectónico. En el curso de este proceso evolutivo, no aclarado hasta el presente, hay que buscar el período

creador de los grandes acantilados, bastante degradados después de su formación, que integran la fachada costera entre Tossa y San Felíu. En la historia de la costa ha habido con certeza movimientos relativos del mar y del continente. El último avance del mar ha determinado la invasión y colmatación de las rías y partes bajas de la red fluvial, y la iniciación de un nuevo ciclo de regularización —el actual—, poco avanzado como se ha indicado, sobre zonas probablemente atacadas bastante intensamente en ciclos anteriores.

## ESTRATIGRAFÍA

Los materiales sedimentarios existentes en la Hoja pertenecen a los sistemas Siluriano, Devoniano, Plioceno y Cuaternario. Los integrantes de los dos primeros se hallan totalmente metamorfizados por la intrusión granítica herciniana. Salvo algunos *Helix* recogidos en el Cuaternario del valle del Ridaura, cabe afirmar que la ausencia de fósiles en la Hoja es total.

## PALEOZOICO

Es problema delicado el establecimiento de una serie estratigráfica segura para los materiales primarios de la Hoja de San Felú de Guixols. Ello es debido a la intensidad del plegamiento herciniano que los afecta y al metamorfismo de contacto originado por la intrusión granítica de la misma edad. En menor escala, contribuyen a dificultar esta tarea el fraccionamiento sufrido por los terrenos paleozoicos en esta parte, gracias a la combinación de las numerosas irregularidades y digitaciones de la bóveda, con el relieve topográfico debido a los procesos erosivos. El resultado es la disgregación del manchón metamórfico en una serie de pequeñas manchas rodeadas por granito y recubiertas por un espeso manto vegetal, que viene a dificultar todavía más el reconocimiento de los contactos. La serie estratigráfica que presentamos a continuación es fruto de la comparación entre las observaciones de campo hechas por nosotros, con las que otros autores han realizado sobre los materiales pa-

leozoicos existentes en otras partes de las Cadenas Costeras Catalanas (Faura y Sans, 1913; Schriell, 1929; Ashauer y Teichmüller, 1935; Solé y Llopis, 1939; Mareet y Solé, 1947). Los espesores son difíciles de apreciar con exactitud, pues los materiales se presentan con frecuencia más o menos replegados. Así pues, no con el carácter de una sucesión segura, pero sí como una serie probable, podemos presentar la siguiente, que indicamos de arriba a abajo:

|   |          |  |
|---|----------|--|
| <i>Downtoniense.</i>  |          |  |
| Calizas cristalinas . . . . .   | 10-15 m. |  |
| <i>Gollandiense.</i>  |          |  |
| Pizarras negras quiastolíticas . . . . .  | 50-60 m. |  |
| <i>Llandeiliense-Caradociense.</i>  |          |  |
| Pizarras micáceas amarillentas y pizarras cuarzosas . . . . .                     | 100 m.   |  |
| Alternancia de cuarcitas, liditas y pizarras amarillentas con moscovita . . . . . | 20 m.    |  |
| <i>Arenigiense.</i>   |          |  |
| Cuarcitas armorianas . . . . .  | 80-90 m. |  |

Las observaciones de campo, aunque no muy claras, permiten apoyarla. En el Castell de Vidreres, junto al borde O. de la Hoja, aparecen bajo las pizarras negras con quiastolita, pizarras micáceas amarillentas y debajo de éstas se colocan bastante claramente las pizarras cuarzosas. Por otra parte, en el barranco de Les Feixes d'en Sureda, entre C. Darcé y C. Crispins, se advierte con bastante evidencia un sinclinal, constituido en su núcleo por capas alternantes de pizarras micáceas, cuarcitas y liditas, y en sus flancos por una potente serie de cuarcitas de gran dureza y de aspecto en todo análogo a las cuarcitas armorianas que en otras partes de la Cordillera han sido referidas al Arenigiense. Las pizarras y cuarcitas del núcleo del sinclinal citado, deben pasar superiormente a las micacitas que afloran en lo alto de la cuerda, siguiendo el camino que conduce de San Lorenzo a C. Crispins. Este nivel de micacitas compactas y pizarras micáceas amarillentas, que referimos al Llandeiliense-Caradociense, es el más abundantemente repartido en todas las manchas señaladas en la Hoja como del Ordoviciense. En cuanto a las calizas cristalinas, debido a su diferente grado de plasticidad, causa del carácter mecánico de sus contactos con las pizarras, aparecen en relación, ya sea con las pizarras del Llandeiliense-Caradociense, ya con las del Gollandiense. Ahora bien, hay que tener en cuenta que en el resto de la Cordillera las calizas ordovicienses se presentan en lechos de 0,2 a 0,5 m., mientras que las calizas del Downtoniense tienen espesores de 20, 50 m. o más. Así pues, habida cuenta del espesor que estas calizas presentan en la Hoja (Santa Ceclina y Castell de Vidreres) no nos parece arriesgado colocarlas en el Downtoniense.

## PLIOCENO

Aparte los terrenos metamórficos del Primario, los materiales sedimentarios más antiguos de la Hoja son los que se hallan en los alrededores de Llagostera, y junto a Caldas de Malavella, en el ángulo NO. de la misma. La ausencia de fósiles en ellos es total, de modo que sólo por comparación es posible atribuirles una edad pliocena.

Los materiales de Llagostera pueden dividirse en dos series, separadas por una discordancia. La serie inferior aflora en una estrecha banda alargada durante 3 Km., en dirección OSO.-ENE. A causa de su riqueza en materiales arcillosos es explotada para tejerías y ladrillerías, de modo que es fácil estudiar su composición. El afloramiento más oriental está situado al Este de Las Planas de San Lorenzo, en la vertiente que, descendiendo de los cerros al Este de Llagostera, constituye la orilla izquierda del Ridaura. En el camino que baja de la casa hacia el bosque, se distinguen areniscas rojas groseras, brechas finas y otras de elementos de hasta 8-10 cm., algo rodados algunos, pero angulosos la mayoría, de pizarras metamórficas variadas, cuarzo, granito y calizas paleozoicas. Dadas las condiciones del afloramiento no es muy clara la estratificación, pero parece tratarse de capas verticales en dirección E. 30° N. En las terreras de Can Viadiu («Can y Tejar Terrín» del mapa) se pueden estudiar 15 m. de materiales constituidos por margas amarillentas alternando con capitas de arcillas grises y de caliza blanca algo pulverulenta y de arcilla roja arenosa con capas de cantos más o menos rodados, pequeños, de metamórfico y granito. El conjunto parece plegado en sinclinal, pues las margas del extremo N. buzcan 40° al S. y el buzamiento va aumentando hacia el centro, rebasa la vertical y en el extremo sur es al N. 60°. En la explotación de Can Freixinaire («Can y Tejar Bravo» del mapa) se aprecia un conjunto de unos 20 m. de potencia buzando uniformemente 60° al SSO., integrado por margas ocreas más o menos arenosas, con capas de arenisca fina de cemento calizo, azulada en superficie y amarillenta en la fractura. En algunas partes se hallan además arcillas grises algo esquistosas y capitas delgadas de caliza blanca, más o menos concrecionada. El corte más completo se halla en el extremo occidental de la formación. En las terreras de Can Xicó, en terreno de la Torre de San Lorenzo («Can» del mapa), se observa un espesor de unos 25 m., en la que coexisten, en disposición vertical, materiales idénticos a los

de Can Freixinaire, de areniscas algo más detríticas, con arcillas rojas brechoides como en Can Viadiu. Estas capas continúan verticales en un pequeño torrente, sito unos 20 m. al N. de las terreras, donde vienen a chocar lateralmente con ellas otras idénticas a las de Can Freixinaire, con un buzamiento de 25° SSE. y una potencia de unos 20 m. Aquí creemos es más clara la disposición sinclinal del conjunto, lo cual permite entresacar algunas conclusiones estratigráficas. Parece que puede asignarse a esta formación unos 50 m. de potencia como mínimo. En su mitad inferior cabe colocar los materiales finos con arcillas rojas brechíferas de Can Xicó y de Can Viadiu, y en su cúspide las margas y areniscas de Can Freixinaire. De colocación algo dudosa quedan las areniscas rojas y brechas de Las Planas de San Lorenzo, aunque parecen corresponder a la parte basal de la serie.

La serie superior de Llagostera consiste, en todos los puntos donde aflora, en un depósito arcósico fuertemente detrítico, constituido por cantos de 10 a 30 cm. de diámetro (en ocasiones hasta de 1 m.), bastante rodados en general, de pizarras metamórficas variadas, granito de varias clases y con diversos grados de alteración, cuarzo, aplitas, pórfidos y algunos de calizas devonianas. El cemento está constituido por arcosa grosera, blanca. La estratificación es imperfecta, abundando los lentejones ricos en arenas, entre otros más fuertemente detríticos; parece estar horizontal en todos los casos y apoyado sobre el granito o, como sucede en las cercanías de Can Gros, sobre los materiales de la serie inferior, ya descrita. Su potencia puede evaluarse en unos 30 m. en las inmediaciones del Km. 22 del ferrocarril Gerona-San Felíu.

Finalmente, entran en la Hoja una parte de los materiales integrados por arcosas y conglomerados arcósicos del Puig de las Moleras, en Caldas de Malavella, de los que Llopis Lladó (1943 b), ha dado la siguiente descripción:

Al NO. de la Casa de la Bassa y al SO. de la carretera de Llagostera, son visibles, descansando sobre el granito y de abajo a arriba.

- |  |       |
|--|-------|
| 1. Arenas finas, amarillentas, bien cementadas, con lechos interstratificados de limonita . . . . .                                | 5 m.  |
| 2. Arcosa fina muy desagregada, con menos limonita . . . . .   | 2 m.  |
| 3. Arcosas granudas muy compactas, blanquecinas, con restos de vegetales silicificados. . . . .                                    | 3 m.  |
| 4. Arcosas muy finas, grisáceas, con biotita. . . . .  | 2 m.  |
| 5. Conglomerado arcósico, con gruesos elementos brechoides de granito, aplitas, pórfidos, micacitas y calizas paleozoicas. . . . . | 15 m. |

Por efecto de la actividad hidrotermal ya conocida en Caldas, los conglomerados superiores están cementados fuertemente por sílice.

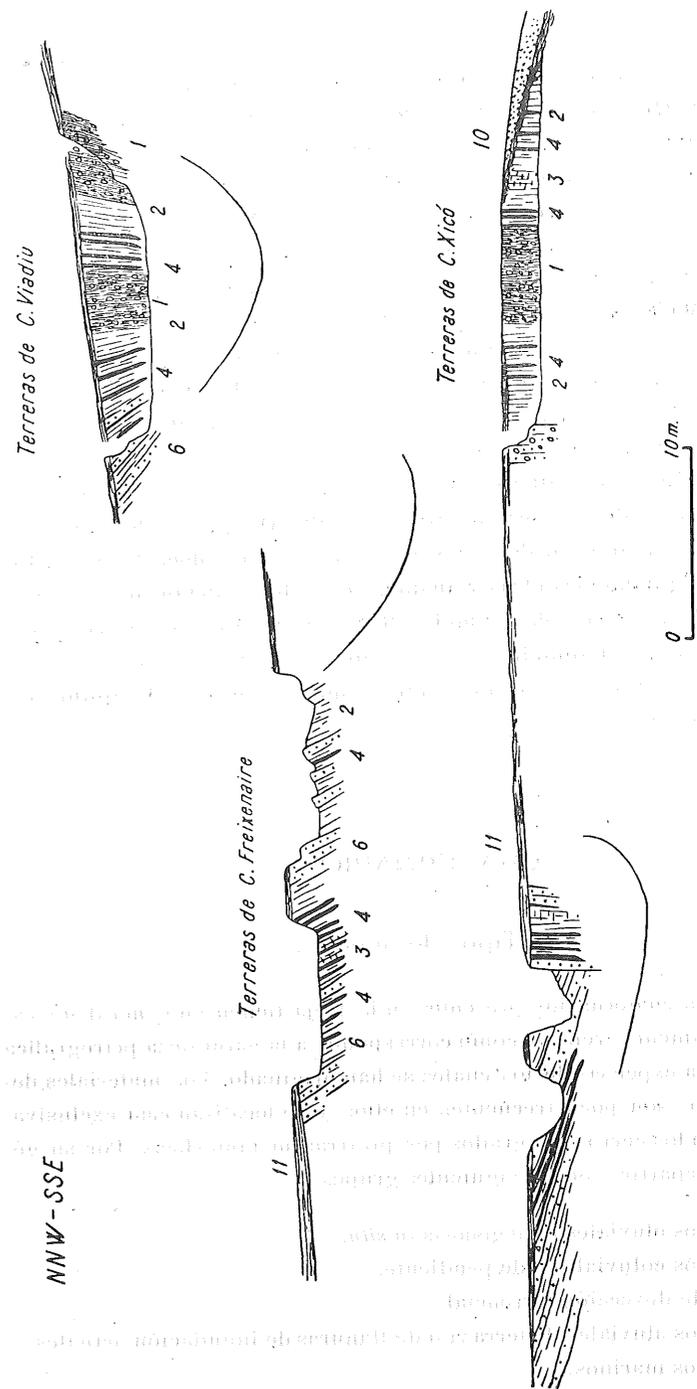


Fig. 5.—Cortes geológicos del Plioceno en la depresión de La Selva. 1, Conglomerado arcilloso. 2, Arcillas rojas. 3, Arenas. 4, Arcillas verdosas en capas delgadas. 6, Arenas. 7, Areniscas. 10 y 11, Cuaternario con base travertínica.

Rebasa los límites de la presente Memoria la discusión de las relaciones existentes entre estos materiales, los de Llagostera, y los ya conocidos de la Hoja de Gerona (Marcet y Solé, 1947). Ello exigiría largo espacio y, sobre todo, un estudio meticoloso de conjunto de la depresión de La Selva, que está por hacer. No obstante, indicaremos aquí la semejanza de facies entre los materiales del Puig de les Moleres y los de la serie superior de Llagostera, en ambos de los cuales faltan los materiales margo-calizos de la serie inferior de Llagostera. Por otra parte, no parece aventurado homologar aquéllos con los descritos por Marcet y Solé (1947), que recubren el zócalo de La Selva. Por lo tanto, habida cuenta de la edad que estos autores atribuyen a esta última formación, nos inclinamos aquí a considerar como del Plioceno superior los materiales del Puig de les Moleres y los de la serie superior de Llagostera. Tal atribución queda, además, corroborada por el hallazgo de una fauna del Cuaternario antiguo en arcillas turbosas que, fuera de la Hoja, se sobreponen a los materiales del Puig de les Moleres, en Caldas (Llopis Lladó, 1943 *a, b*). En cuanto a la serie inferior de Llagostera, optamos por colocarla en el Plioceno inferior, siguiendo las ideas reinantes sobre la evolución de la Depresión Prelitoral Catalana (Solé y Llopis, 1939). En cuanto a los movimientos que han alterado la horizontalidad de estas formaciones, constituyen las últimas manifestaciones de la mecánica alpina, como veremos en el capítulo dedicado a «Tectónica».

## CUATERNARIO

### A) Tipos de depósitos

Los terrenos cuaternarios presentes en la Hoja tienen en general un carácter marcadamente arenoso, como corresponde a la naturaleza petrográfica de los relieves a expensas de los cuales se han originado. Los materiales detríticos groseros son poco frecuentes en ellos, y se localizan casi exclusivamente al pie de los cerros integrados por pizarras metamórficas. Por su génesis, pueden repartirse en los siguientes grupos:

- 1.º Depósitos eluviales o de génesis *in situ*.
- 2.º Depósitos coluviales o de pendiente.
- 3.º Conos de deyección torrencial.
- 4.º Depósitos aluviales de terraza o de llanuras de inundación actuales.
- 5.º Depósitos marinos.

Los depósitos eluviales o de alteración, están repartidos por toda la Hoja, cubriendo a la roca a expensas de la cual se han originado. Su gran desarrollo es la causa de que en general hayan debido omitirse en el mapa. Aunque se hallan también sobre los materiales metamórficos, en forma de suelos más o menos evolucionados, ricos en cantos de pizarra más o menos fragmentada, su mayor extensión la tienen sobre el granito. Revisten aquí la forma ya conocida por trabajos anteriores (San Miguel, 1929), es decir, de una arcilla arenosa o lehm, con numerosos granos de cuarzo, algunos de feldespato y escasas laminillas de mica. Su potencia en la Hoja es siempre escasa, debido a lo accidentado de su relieve, que determina su arrastre a medida que se forman. A ello se debe que estos depósitos presenten, siempre dentro de su delgadez, ciertas diferencias de espesor. En las vaguadas es donde suelen ser más potentes, en los declives y cima de las colinas mucho más delgadas y casi inexistentes en las vertientes algo abruptas. Los manchones señalados en el mapa en C. Durán, C. Tallada, C. Bigorda, etc., corresponden a zonas de acumulación de estos materiales. El lehm que los integra tiene pues, en parte, un carácter coluvial por haber sufrido un pequeño desplazamiento. Sin embargo, reservamos la denominación de depósitos coluviales a aquellos que, con un carácter de mayor potencia, se presentan adosados a la parte inferior de las vertientes y terminan en cuña hacia la parte superior, por la que enlazan con los depósitos del grupo anterior, mientras por su parte baja es frecuente que pasen a depósitos francamente aluviales. Alternan en ellos las capas arenosas, con más o menos cantos locales, con los más o menos arcillosos, y no es rara la presencia en ellos de travertino en nódulos o en capas continuas. En los tejares de los alrededores de San Felú y de S'Agaró, así como en los recodos de la carretera de Palamós, cerca de C. Cristo, existen buenos cortes de esta clase de materiales. En el grupo tercero, «Conos de deyección», agrupamos todos los depósitos más o menos detríticos que se localizan a la salida de los torrentes. En general su forma corresponde bien a su modo de formación, por lo que son fáciles de reconocer. No son raros en los afluentes de la riera de Tossa, y son particularmente claros los que se presentan en los alrededores de Santa Cristina de Aro, sobre la orilla izquierda del Ridaura. Los depósitos aluviales corresponden a las terrazas de los cursos fluviales, en general muy escasas en la Hoja, y a las llanuras de inundación de los mismos. Se presentan, en general, con un carácter marcadamente arenoso. La explicación de la escasez de gravas y cantos rodados que en ellos se observa, debe buscarse en la poca energía de relieve, en la existencia de un tupido manto vegetal y en la naturaleza del roquedo. Ello determina que la arroyada y los torrentes suministren a los cursos fluviales, sobre todo, materiales de tipo arenoso. Además de la llanura de inundación actual, presente solamente en la Playa de

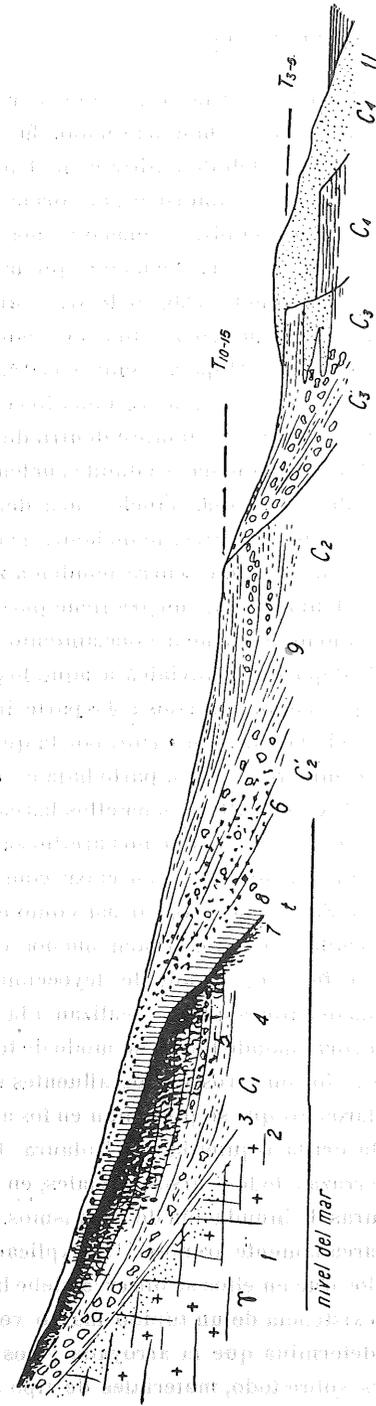


Fig. 6. — Esquema estratigráfico ilustrativo de las relaciones mutuas entre los terrenos cuaternarios de la Hoja de San Felú de Guícols. 1, Granito. 2, Granito alterado aluvial o coluvial. 3, Arcillas con cantos locales. 4, Arcillas arenosas. 5, Arcillas noduloso-travertínicas. 6, «Cerrill de gat» (niveles fuertemente nodulosos). 7, Costra travertínica. 8, Arcillas rojas agrietadas verticalmente. 9, Légameo fluvial fino. 10, Intercalaciones de arenas groseras rodadas por el mar. 11, Arenas del cordón litoral.

Aro, que se prolonga en el lecho mayor del Ridaura, se hallan en la Hoja una terraza baja de altura creciente hacia las cabeceras y de gran desarrollo en la mayoría de los casos, y otra de altura comprendida entre 10 y 15 m., más o menos destruída. Los depósitos marinos, propiamente dichos, están reducidos a muy pequeños manchones, siempre imposibles de representar en el mapa, integrados por arenas bastas bien estratificadas, siempre cementadas duramente, y por brechas groseras de pie de acantilado fuertemente cementadas por un cemento arenoso-calizo. Los depósitos señalados en el mapa como marinos, son los de los cordones litorales, de génesis no totalmente ajena a la acción del viento.

### B) Correlación estratigráfica

El problema de la estratigrafía de los materiales ligeramente reseñados no deja de ofrecer dificultades, generales a los estudios referentes a la geología del Cuaternario, que no es del caso reseñar. Sin embargo, a título provisional, hemos intentado establecer una serie estratigráfica basada en las relaciones morfológicas de unos materiales con otros, y en la situación de los mismos respecto de la travertinización superficial que, según es dable colegir de las observaciones de campo, ha sufrido en determinado momento del Cuaternario, el relieve de la Hoja. Recordaremos aquí brevemente la interpretación generalmente admitida para la génesis de los niveles crustáceos de travertino (Dantín, 1916; Llopis, 1942; Ribera, 1945). Las formaciones travertínicas se presentan en general con una cierta continuidad en el seno de los materiales que las contienen. Son ya conocidas las costras continuas, así como su prolongación inferior en horizontes nodulosos. Por lo demás, no es raro observar la continuación de las costras travertínicas fuera del área ocupada por los materiales cuaternarios, formando un caparazón calizo al relieve, ya observado por Passarge (1931), Bourcart (1937), Bryan y Albritton (1943) y otros autores en distintos países. Se admite que tales costras travertínicas se han producido en función de un clima árido que, en determinado momento del Cuaternario, ha determinado la ascensión y evaporación de soluciones carbonatadas, con precipitación de los carbonatos en superficie (Nikiforoff, 1937). En determinados casos, las fases áridas de travertinización han alternado con otras, durante las cuales se ha producido acumulación de materiales sobre las superficies travertinizadas con anterioridad. En tal caso, si sobreviene otra fase travertinizadora pueden hallarse en un mismo perfil, más o menos separados verticalmente, dos (o más) niveles crustáceos de travertino. Este

caso no se da en la Hoja, de modo que las observaciones hechas nos permiten afirmar únicamente la presencia de una única fase travertinizadora. Así pues, todos los materiales inferiores a las costras y afectados por ellas, son anteriores al período árido determinante de la travertinización. Los posteriores a éste, o son superiores a las costras, o en caso de no presentar claras relaciones estratigráficas con ellas, son identificables por el hecho de no estar coronados por formación travertínica alguna. Combinando, pues, este criterio estratigráfico con el morfológico, cabe distinguir, en el Cuaternario de la Hoja, cuatro unidades sedimentarias distintas, cada una de ellas con una parte coluvial y otra aluvial, en la sucesión que, de más antigua a más moderna, se expone a continuación:

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| C <sub>1</sub> | } | Lehm granítico coluvial y brechas de pendiente, cementadas por travertino en su parte superior.                   |
|                | } | Arcillas arenosas y légameos aluviales inferiores a las costras travertínicas.                                    |
| C <sub>2</sub> | } | Arcillas rojas coluviales superiores a las costras y lehm granítico coluvial con nódulos travertínicos dispersos. |
|                | } | Lehm granítico rojizo bien estratificado de la terraza de 10 a 15 metros.   |
| C <sub>3</sub> | } | Conos de deyección apoyados sobre la terraza baja.  |
|                | } | Aluviones y arenas graníticas de la terraza baja.   |
| C <sub>4</sub> | } | Arcillas y arenas de inundación.  |
|                | } | Playas y cordones litorales arenosos.   |

A continuación se presentan algunos cortes típicos, justificativos de la sucesión adoptada. En la Bóvila Masferrer, junto a la estación de S'Agaró, del ferrocarril de Gerona a San Felú, aparecen las arcillas coluviales detríticas C<sub>1</sub> muy ricas en travertino noduloso o columnar, que pasa a «cervell de gat» en su parte superior y está coronado por costra más o menos nodulosa. Encima de ésta sigue la serie C<sub>2</sub> con arcillas coluviales rojas en su parte inferior y lechos bien estratificados de lehm más o menos arenosos, con capas de cantos angulosos de granito y, localmente, algunos nódulos de travertino. En la Bóvila Pinell, junto al Km. 3 de la carretera de San Felú a Palamós, se observa análoga disposición. Los materiales C<sub>1</sub> inferiores a las costras tienen aquí una potencia visible de 5 m., y en su parte más alejada de la pendiente toman aspecto claramente aluvial, con lechos bien estratificados horizontales y lentejones de arcilla fina grisazulada o blanquecina muy pobre en arena y de probable origen de inundación fluvial. La cota de esta formación es de unos 25 m. encima del Ridaura. Estas capas se presentan claramente cortadas en

bisel por la costra travertínica. Encima de ésta hay un nivel de arcilla roja sin greña y con grietas verticales de retracción en disposición paralelepípedica. Sobre ella descansan cuatro metros de lehm claro, compacto, más o menos poroso, con *Helix* y nódulos de travertino y, finalmente, otra capa de légameo fino como el de la serie C<sub>1</sub>, rojizo hacia lo alto y con algunos nódulos calizos dispersos.

La fase travertinizadora se advierte ser de alcance general. La costra travertínica que ha determinado, queda en los cortes descritos fosilizada por la serie coluvial o aluvial C<sub>2</sub>, pero en otros puntos se halla al descubierto o cubierta sólo por un débil manto de suelo, en algunos casos elaborado a expensas de su destrucción. En Llagostera cubre a las arcosas del Plioceno superior. En Fanals de Aro corona al granito, arrasado en una superficie que desciende desde los 60 m. hasta los 30 (25 m. encima del Ridaura), y en este punto, junto a la carretera, se inclina y se sumerge bajo las arcillas rojas coluviales y los lehms recientes de la serie C<sub>3</sub>. En los alrededores de Castell de Aro es visible la costra travertínica en la carretera, cubriendo a lehms detríticos coluviales de la serie C<sub>2</sub> y recubierta por el lehm de los conos de deyección de C<sub>3</sub>.

La serie C<sub>2</sub> está muy desarrollada e integra todos los retazos de la terraza de 10-15 m. que se conservan. Es particularmente visible en las trincheras del ferrocarril de Gerona a San Felú, entre los Km. 26 al 29, donde forma una terraza de 10-12 m. de la riera de Salenys (Km. 28,2) y una terraza de unos 12-15 m. del Ridaura. La parte inferior de estos depósitos, y la más cercana a las vertientes, tiene aspecto coluvial y suele presentar nódulos travertínicos esparcidos. En cambio, la parte superior está bien estratificada y tiene claro aspecto aluvial, careciendo de concreciones. En la riera de Santa Escolástica, junto a C. Carba, en San Felú de Guíxols, se presenta un buen corte de su terraza de 9 m., en el que se revela la tranquila sedimentación aluvial, con características pantanosas, de esta unidad C<sub>2</sub>. También es típico el corte de 5 m. de altura de la Bóvila Sevalló, en Lloret de Mar. Estos materiales, claramente aluviales, integran aquí una terraza de 10-12 m. de la riera que desciende del collado de Canyelles. Los materiales explotados en los recodos de la carretera a Palamós, junto a Can Putxet de la Cadira (Km. 7-8), aunque de aspecto coluvial y con nódulos travertínicos esparcidos, aunque bastante abundantes a veces, los asimilamos también a esta unidad. Quedan a unos 17 m. sobre el mar.

La unidad C<sub>3</sub> está sin duda mucho más desarrollada que las precedentes. Comprende conos de deyección recientes, y la terraza baja, a la que aquéllos pasan lateralmente. En el tejat Xicó, junto a Mas Abella, en Llagostera, el material es grosero, dominando los cantos de pizarras metamórficas, como

corresponde a la naturaleza litológica de la cuenca de recepción. En cambio, en los alrededores de Santa Cristina d'Aro y de Castell d'Aro están integrados exclusivamente por lehm granítico, con algunos cantos de rocas eruptivas. La terraza baja está muy desarrollada en el Ridaura, así como en las rieras de Tossa y de Lloret. Su constitución es marcadamente arenosa, presentando en algunas partes (estación de Llagostera, del ferrocarril de Gerona a San Felú) una base detrítica brechoide. La mayoría de las calas de la costa presentan esta terraza, generalmente a unos 3-4 m. sobre el mar. En el Condado de San Jorge, junto al tómbolo de Cap Roig, se puede observar cómo, debajo del lehm granítico que integra su parte superior, se presentan arenas groseras y claramente rodadas, sin vestigio de cementación, de indudable origen marino. El corte visible en Canyelles, cerca de Lloret, tiene análogo aspecto. El corte dado por Faura y Sans (1923) parece que debe atribuirse a esta unidad  $C_3$ , en cuya base habría que situar en este caso, debajo de 4 m. de arenas, un metro de légame oscuro y 3 m. de arena rojiza, con abundantes conchas de significación desconocida, con restos de vegetales carbonosos. Es de lamentar no se concretara algo más en cuanto a la situación de los pozos en los que se practicó el corte que comentamos.

La unidad  $C_4$  está integrada por los depósitos actuales. Se limitan éstos a las limos de inundación del Ridaura, finamente arenosos, localizados junto a la costa, y con marismas en su extremo meridional, junto a Punta Prima, y las playas de las calas, situadas por bajo de la mencionada terraza de 3-4 m., y a los cordones litorales arenosos de 2 a 4 m. de altura, que se instalan en general sobre la serie continental  $C_3$ , por ausencia o escasez de aportes continentales actuales.

De afinidades dudosas son los materiales marinos arenoso-brechoides, ya descritos más arriba. No existen datos suficientes para situarlos con certidumbre en el esquema presentado. En cambio, la mayoría de los depósitos eluviales de que se ha hablado, por sus caracteres petrográficos y ausencia, en todos los casos, de travertino, parecen, en su mayoría, referibles a la parte más moderna de la serie  $C_2$ .

#### IV

### PETROGRAFÍA

Esta zona de la Costa Brava catalana es una de las más interesantes desde el punto de vista petrográfico, no sólo porque casi toda ella está ubicada en una extensa zona de rocas hipogénicas, sino por la variedad petrográfica que ofrece y problemas que plantea. A San Miguel de la Cámara y Faura Sans se debe el estudio de algunas muestras de rocas de esta región.

#### ROCAS ERUPTIVAS

##### Rocas intrusivas

El granito es la roca que ocupa mayor extensión en la Hoja en estudio. Forma parte del extenso plutón de la Cordillera Costera Catalana, que a lo largo de más de 200 Km. se extiende de SO. a NE. desde el Llobregat, en las inmediaciones de Barcelona, hasta la depresión del Ampurdán. Nuestras investigaciones han permitido reconocer la presencia de una serie de facies diferentes dentro de la masa eruptiva, que está muy lejos de poseer la homogeneidad que hasta ahora se le había atribuido.

La masa fundamental del plutón costero catalán es una granodiorita, como lo han acreditado ya algunos trabajos recientes de San Miguel de la Cámara y de Marcet Riba; pero en la Hoja en estudio, la granodiorita normal ocupa algo menos de la mitad de la masa plutónica. El resto de la masa fun-

damental puede agruparse en tres facies petrográficas diferentes: facies porfídica, aplítica y pegmatítica, que describiremos a continuación:

**FACIES GRANODIORÍTICA.**—Se extiende sobre todo por la región occidental de la Hoja, formando buena parte de los relieves comprendidos entre la costa, la línea Tossa de Mar-Llagostera y el reborde septentrional de la Hoja. Es una roca relativamente plástica para el modelado, de manera que los relieves que sobre ella se desarrollan son de mucha menor energía que los establecidos sobre las otras facies.

Esta roca tiene idénticos caracteres que sus análogas del resto del plutón. A simple vista es una roca clara, de grano mediano, en la que se reconocen muy bien cristales de cuarzo, feldespatos y biotita. Estos dos últimos minerales están casi siempre alterados; los feldespatos transformados en caolín y sericita; la biotita en clorita y vermiculita.

Al microscopio, las granodioritas aparecen con textura holocristalina de grano mediano; cuarzo alotriomorfo frecuentemente cataclástico o con extinciones onduladas; la ortosa muestra maclas de Carlsbad y de Baveno; las plagioclasas corresponden al grupo oligoclasa-andesina, asociadas según las leyes de la albita y periclina. Como elementos accesorios aparecen ilmenita, magnetita y apatito.

Estas características son las medias de la masa hipogénica, pero sufren frecuentes variaciones, siendo sobre todo ostensible el paso gradual a *dioritas cuarcíferas* por disminución de ortosa y aumento en la proporción de plagioclasas, y sobre todo elementos negros, entre los que aparece el anfíbol. Las plagioclasas son del mismo tipo que en la granodiorita, es decir, oligoclasa-andesina. Los elementos accesorios son más variados, presentando, además de la magnetita, ilmenita y apatito, leucoxeno y epidota. Esta subfacies diorítico-cuarcífera forma la masa fundamental de las piedras caballeras, por ser más difícilmente alterable a consecuencia de su menor proporción de ortosa probablemente. Estas circunstancias explican el hecho de que las *bolas*, que constituyen las piedras caballeras, estén ya predelimitadas en la masa granítica por tratarse de estas diferenciaciones dioríticas.

**FACIES APLÍTICA.**—Los granitos aplíticos tienen en la Hoja en estudio bastante extensión, formando macizos destacados topográficamente a consecuencia de su mayor dureza y menor plasticidad para el modelado. El macizo del Rosell, al N. de Lloret de Mar, y ciertas regiones del macizo de Cadiretas están formadas por estas rocas.

En nuestra región, los granitos aplíticos tienen marcado carácter intrusivo, como había sospechado ya, más al N., Faura Sans; no ocurre como en las

zonas centrales del plutón (Turó de Cellecs, Granollers), donde las rocas aplítico-pegmatíticas son diferenciaciones hiperácidas de la masa granodiorítica.

Macroscópicamente son rocas muy claras, blancas o rosadas, de grano muy fino casi afanítico, que presentan casi siempre hermosas estructuras de bóveda, tanto en la repartición zonal de sus elementos como en las diaclasas posteriores que han sido condicionadas por la textura.

Microscópicamente puede verse que son muy pobres en biotita y ricas en cambio en cuarzo y en ortosa, es decir, que son los representantes de una fase magmática hiperácida, de avenida póstuma, cuando el magma había ya perdido casi toda su basicidad por separación de sus elementos negros.

**FACIES PEGMATÍTICA.**—Las facies pegmatíticas tienen una composición mineralógica muy semejante a las anteriores, pero difieren en cambio fundamentalmente por su textura. El grano de estas rocas es enorme, llegando a tener 3 ó 4 cm., lo que les da un aspecto macrogranudo muy característico. Esta facies pegmatítica forma casi un manchón único en la Hoja en estudio, que abarca la mayor parte de la región central de la Cordillera Costera entre Lloret de Mar y el Valle de Aro, integrando la mayor parte del macizo de Cadiretas, Montclar y Pedralta. A consecuencia de su escasa plasticidad para el modelado forma también relieves destacados topográficamente.

El microscopio revela una composición semejante a las facies aplíticas, pero tal vez de carácter todavía más ácido, pues en algunas ocasiones llega a faltar el elemento melanócrata. Aparte, la textura pegmatítica muy clara. Los pasos entre la facies pegmatítica y la granodiorita normal, no pueden apreciarse claramente a consecuencia de que entre ambas existen casi siempre dislocaciones.

**FACIES PORFÍDICA.**—Menos frecuentes que las anteriores son las facies porfídicas, que en nuestra Hoja aparecen casi siempre localizadas en los contactos de tipo intrusivo, entre el granito y la cobertera metamórfica; en el resto de la Cordillera Costera Catalana hemos observado una localización semejante de los granitos porfídicos en los contactos intrusivos, no encontrándose nunca en las bóvedas.

Estas rocas tienen análoga composición mineralógica que las granodioritas normales, pero presentan fenocristales de ortosa y plagioclasas y pasta de cuarzo y biotita. Los fenocristales pueden, a veces, llegar a tener de 2 a 3 centímetros.

**CAQUIRITAS Y PROTOGINAS.**—En las zonas de contactos tectónicos entre dos facies diferentes, y en general allí donde estas rocas han sufrido roturas por

fallas, aparecen las rocas brechoides, que los petrotectónicos denominan protoginas y caquiritas. En el cuarzo de casi todas las facies del granito, aparecen extinciones onduladas y a veces texturas cataclásticas, testigos de las intensas presiones y tensiones que estas rocas han tenido que soportar durante los tiempos alpídeos, pero en ocasiones aparecen las roturas y éstas, casi siempre, acompañadas de caquirización. A consecuencia de la tectonización, los elementos de la roca primitiva son más fácilmente alterables, observándose así, en estas rocas, una caolinización y sericitización más intensas que en las rocas madres; lo mismo pasa con la cloritización de la biotita. En ocasiones, la transformación ha sido más intenso a consecuencia de la circulación ulterior de aguas termales por estas fracturas, engendrándose entonces depósitos de nacritas y montmorillonitas.

**GABARROS.**—Otra de las diferenciaciones típicas del magma granodiorítico, está formada por los llamados gabarros o negrones, de características análogas a las quersantitas (San Miguel de la Cámara). En ellos el microscopio revela una textura panidiomorfa, formadas por plagioclasa y biotita y, en menor proporción, cuarzo. Estas diferenciaciones básicas están, casi siempre, localizadas en las zonas altas de la bóveda plutónica y, como en el caso de los «Schlieren», pueden proceder, en ciertos casos, de la anamorfosis de los materiales de la cobertera.

### Rocas filonianas

El macizo granodiorítico y sus diversas facies aparece atravesado por un cortejo de rocas filonianas ocupando los espacios determinados por las diaclasas, sobre todo de los sistemas hercinianos. Aparecen en esta serie ambos polos: el polo ácido, representado por aplitas, pegmatitas y cuarzo, y el polo básico, integrado por lamprófidos del tipo espesartita.

### ROCAS DIASQUÍSTICAS.

**APLITAS.**—Las aplitas están extraordinariamente extendidas en todo el macizo granítico, atravesando indiferentemente todas las facies, excepto las porfídicas. Por sus caracteres son en todo semejantes, tanto macro como microscópicamente, a las facies aplíticas del granito, de las que únicamente se diferencian por su yacimiento, localizado en las diaclasas hercinianas. Las direcciones más frecuentes de los diques de aplitas, que pueden verse en el adjunto

esquema, son las del primer cuadrante, oscilando entre N. 20° E. y Este-Oeste. También aparecen filoncillos alojados en el sistema L, o sistema de bóveda.

Macroscópicamente, se distingue la textura panidiomorfa, sacaroidea. El microscopio descubre la presencia de cuarzo, ortosa y oligoclasa y escasa cantidad de biotita; entre los elementos accesorios aparecen turmalina y apatito. En algunas aplitas aumenta la proporción de oligoclasa y disminuye la de ortosa, pasándose por consiguiente a *plagiaplitas*.

En la zona de Caulés, y en general en toda la región occidental de la Hoja, abundan los diques de aplitas que, además, son dignos de notar por las potencias que presentan.

**PEGMATITAS.**—Como las anteriores, tienen análogos caracteres que las facies pegmatíticas del granito, pero aparecen en diques acompañando a las

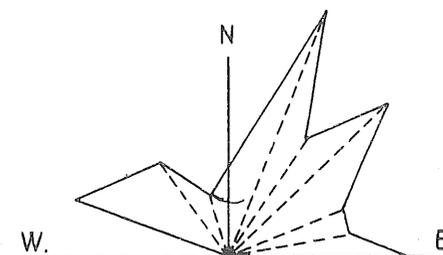


Fig. 7.—Direcciones de los diques de aplitas.

aplitas y encajadas en los mismos sistemas de litoclasas con idénticas direcciones. En el sistema de bóveda, L, son menos abundantes que las aplitas.

Macroscópicamente se las ve constituídas por grandes granos de cuarzo y ortosa, blanca o rosada, de la cual se pueden aislar a veces bellas maclas de Carlsbad. Presentan también pequeñas cantidades de biotita y moscovita, abundando a veces concentraciones de esta última y permitiendo también el aislamiento de hermosas laminillas. En la zona de Caulés se encuentran algunas *pegmatitas gráficas* ricas en turmalina, pero en la mayoría de ellas escasea enormemente este mineral.

**CUARZO.**—Abundan los filones de cuarzo, algunos de ellos de gran potencia, localizados los más importantes sobre las grandes zonas de fracturas, como la que se dirige desde Canet a San Llorens de SE. a NO. En Llagostera aparece también un enorme dique de unos 10 m. de potencia, de cuarzo cataclástico, instalado sobre una fractura alpídea que se ha movido con posterior-

ridad al depósito silíceo. Las direcciones dominantes del cuarzo son las del primero y cuarto cuadrante, como las de las aplitas, pero la frecuencia está localizada en el cuarto cuadrante, siendo así que en las aplitas lo está en el primero.

**LAMPRÓFIDOS.**—Las rocas del polo básico están casi exclusivamente representadas por lamprófidos calco-alcalinos del tipo espesartita. Por sus colores oscuros se distinguen a distancia sus diques sobre las masas graníticas claras.

Macroscópicamente son rocas verde oscuras de grano tan fino que sólo raramente pueden distinguirse los fenocristales. En cambio el análisis microscópico revela una estructura porfídica con fenocristales de plagioclasa (oligoclasa-andesina), casi siempre muy alterados, y hornblenda, frecuentemente cloritizada. Los microlitos forman una textura panidiomorfa con cuarzo, plagioclasas, hornblenda y magnetita.

#### ROCAS ASQUÍSTICAS.

Las rocas asquísticas están representadas exclusivamente por diques de pórfidos, casi siempre *pórfidos graníticos*; rara vez *microdioritas cuarcíferas*.

**PÓRFIDOS GRANÍTICOS.**—No son rocas muy abundantes en esta Hoja; pero aparecen con alguna difusión en la región SO., entre Lloret de Mar y Caulés y también en el macizo de Cadiretas, sobre todo en sus vertientes occidentales. Macroscópicamente son rocas muy frecuentemente rosadas, formadas

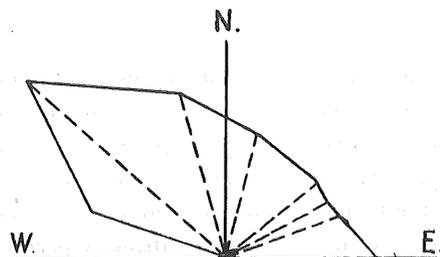


Fig. 8.—Direcciones de los diques de lamprófidos.

por fenocristales de plagioclasa, cuarzo y biotita, casi siempre muy alterados en caolín y sericita.

Solamente se ha encontrado un dique de *microdiorita cuarcífera* al Sur del pico de Cadiretas. La roca está formada por fenocristales de plagioclasa, biotita y hornblenda; la pasta es microaplítica y está constituida por los mismos elementos, encontrándose entre los accesorios apatito y circón.

#### Rocas efusivas

Además de los diques de rocas filonianas, el macizo granítico está atravesado también por otros numerosos diques de rocas francamente efusivas que, en ocasiones, pueden confundirse con las anteriores, si no se hace un análisis microscópico. No obstante, algunas son claramente discernibles en el campo, como los *pórfidos cuarcíferos* y, sobre todo, las *felsitas* y *pórfidos felsíticos*. Unos y otros son también fácilmente discernibles a consecuencia de sus coloraciones, generalmente grises oscuras para los primeros y blanquecinoverdosas y verdes para las felsitas y pórfidos felsíticos. Cuando los diques aparecen en la costa sometidos a la abrasión marina, presentan bellas coloraciones verde manzana y berilo. Estas rocas se presentan ya en diques, ya formando verdaderos macizos tipo nuclear con estructuras propias, es decir, *subvolcanes* si adoptamos la nomenclatura de Cloos. Es a este respecto casi didáctico el ejemplo del macizo felsítico de Puig Xabot-Rumpugut, al NE. de Lloret de Mar, y su continuación hacia el E., el Puig Nou, al N. de Tossa. Estos macizos destacan fuertemente en el relieve a consecuencia de su extraordinaria dureza y resistencia a la erosión. Además de estos materiales, aparecen también en esta Hoja emisiones basálticas, muy limitadas en relación con las dislocaciones de edad alpídica.

**PÓRFIDOS CUARCÍFEROS.**—Macroscópicamente son rocas de grano finísimo con fenocristales de cuarzo, de colores en general oscuros, que aparecen en diques, casi siempre poco potentes, fáciles de reconocer por su acentuada diaclasación, completamente específica.

El microscopio revela una extraordinaria variedad de textura y composición, que puede agruparse en dos conjuntos: *a*, los microgranitos; *b*, los granófididos. Los primeros tienen pasta holocristalina formada por feldespatos muy alterados, cuarzo y biotita y fenocristales de los mismos minerales, abundando sobre todo los de feldespato y cuarzo. Los granófididos tienen texturas hipocristalinas con escasos microlitos, fenocristales, de idéntica composición y características que los microgranitos, y vidrio con cristalitos y esferulitos.

**FELSITAS.**—A simple vista son rocas de colores variados y muy vistosos, desde el blanco lechoso o vítreo hasta el verde manzana o berilo, pasando frecuentemente por variedades amarillentas y rosadas. Sobre un vidrio muy

uniforme se distinguen casi siempre algunos fenocristales, muy escasos, de cuarzo y feldespatos.

El microscopio revela la presencia de cristales de feldespato y cuarzo, en una pasta hipocristalina sin microlitos, con placas mirmequíticas y esferulitas.

**BASANITAS NEFELÍNICAS.**—Entre la playa del Llorell y Can Tonipau, entre Lloret de Mar y Tossa, hemos descubierto unas rocas oscuras, pesadas, emergiendo por las fallas del reborde occidental de la foseta tectónica de Tossa de Mar, que en seguida identificamos como emisiones basálticas. El microscopio ha revelado una textura microlítica con fenocristales de olivino y augita, y pasta nefelínica con microlitos de labrador, es decir, que se trata de una basanita nefelínica análoga a las estudiadas en las erupciones volcánicas cuaternarias de la zona de Olot.

Al NE. de Terra Negra, y en una falla que pone en contacto la facies granodiorítica con la pegmatítica, hemos encontrado una roca en todo semejante a la anterior, por sus caracteres macro y microscópicos.

## ROCAS METAMÓRFICAS

En nuestras excursiones por la Hoja hemos recogido diversas muestras que pueden referirse a cuatro grupos de rocas metamórficas. Las más abundantes son las micacitas, más o menos nodulosas, que integran la casi totalidad de las manchas metamórficas. Siguen a éstas las pizarras maclíferas negras, que se presentan generalmente rodeadas por las primeras. En tercer lugar están las cuarcitas y por fin las calizas cristalinas. Estas dos rocas son las más escasas de todas. Estos cuatro grupos de rocas metamórficas eran todavía desconocidas para la Hoja, pues aunque se señalaba en diversos trabajos un manchón metamórfico en la parte de Llagostera (ver «Reseña crítica»), no existía ninguna descripción del mismo, salvo la pequeña nota de San Miguel de la Cámara (1930), en la que se describe una muestra de pizarra de silicato cálcico del tipo eclogita, hallada por mosén Gelabert. Nuestras continuadas excursiones por la intrincada zona vecina a esta villa, donde según dicho autor se halló el afloramiento de esta roca, no nos han permitido dar con él. Por lo tanto, sin negar la exactitud de la cita, opinamos que la eclogita de Llagostera debe encontrarse en un reducido afloramiento y que debe considerarse como la menos frecuente entre las rocas metamórficas de la Hoja. **Damos a continuación las notas correspondientes a las muestras estudiadas:**

## Micacitas nodulosas

**TERRA NEGRA (TOSSA).**—A simple vista se presenta esta roca con un color pardo claro, rosado a veces o más o menos rojizo, de tacto y olor arcilloso. Se aprecian bien numerosas laminillas de mica blanca y en algunas superficies se observa un aspecto algo noduloso. La pizarrosidad, aunque existente, no es muy patente. Al microscopio se aprecia estructura granoblástica, con gran cantidad de materia negra y opaca dispuesta en zonas irregulares, entre las que abundan otras manchas pardo oscuras que no se extinguen, aunque tampoco se resuelven en granos cristalinos de un modo claro. Se trata de placas microcristalinas, en las que se hace difícil determinar sus elementos integrantes. No parece que éstos sean, sin embargo, distintos de los que se hallan, mejor cristalizados, fuera de ellas. Entre éstos se identifican solamente el cuarzo y la mica moscovita, dominando ésta.

**CERRO DE CAULÉS DE VIDRERES.**—Macroscópicamente la roca se presenta con un color pardo claro, con nódulos muy abundantes de color pardoverdoso oscuro. Los planos de pizarrosidad son imperfectos y rugosos por la influencia de los antedichos nódulos, que quedan en saliente en las superficies alteradas. Al microscopio se observa estructura granoblástica, tendiendo a la lepidoblástica, con gruesas placas microcristalinas de color más oscuro que el resto, y que parecen estar constituidas por diminutos elementos de cuarzo y mica. Ésta se dispone en grandes cristales alrededor de aquéllas, adoptando variadas direcciones en general, pero con alguna tendencia a una dirección predominante. Existe también cuarzo relativamente abundante. Según la dirección dominante se disponen también bandas y zonas irregulares de color pardo oscuro, perfectamente isótropas y referibles a materia arcillosa.

**CUERDA DE SANTA CECLINA.**—Roca de color pardo claro, de fuerte olor arcilloso y de tacto algo pulverulento. En las superficies normales a la hojiosidad, muy imperfecta, presenta nódulos algo más oscuros que el resto. Según la hojiosidad presenta el brillo suave de la sericita, apreciándose a simple vista pequeñas laminillas de este mineral. Al microscopio se reconoce estructura lepidoblástica, con bandas ricas en cuarzo y pobres en mica y otras en que abunda más ésta y escasea el cuarzo. El tamaño del grano es variable según las capas, pero es en general pequeño. Hay también zonas de color ocre oscuro en las que se ven también los elementos anteriores, pero que están integra-

das en su mayor parte por masa amorfa, atribuible a arcilla. Desperdigadas en el seno de las bandas cuarzosas y de las micáceas, se observan también partículas de aspecto análogo.

CAULÉS DE VIDRERES.—Roca de color pardo claro, de fuerte olor arcilloso, en la que se aprecia a simple vista gran cantidad de laminillas de sericita y nódulos de color más oscuro, alargados según la pizarrosidad. Los planos de pizarrosidad son de superficie rugosa y ondulada debido a estos nódulos. Al microscopio se observa una masa de estructura lepidoblástica irregular, en la que las bandas contornean a los nódulos más oscuros. Aquéllas están formadas por una masa pardo oscura isótropa, referible a materia arcillosa, o bien por granitos de cuarzo con otros mayores con los caracteres de la moscovita. Hay también cristales mayores de moscovita, alargados en general según la dirección de las bandas. Los nódulos oscuros están integrados por una masa muy finamente granoblástica, en la que a gran aumento se reconocen granitos de cuarzo y de mica blanca, diversamente orientados. El color general de estos nódulos es pardo oscuro.

#### Pizarras maclíferas

SANTA CECLINA.—A simple vista se presenta la roca con aspecto compacto y resistente, de color gris oscuro algo azulado. Se ven brillar pequeñas laminillas de mica y en sección se ve una perfecta hojiosidad con capitas ocreas. Los tonos de alteración son ocerrojizos. Al microscopio se observa una masa de granillos de cuarzo dominante y algunas laminillas de sericita, con estructura finamente lepidoblástica. También dispuestas en capitas que alternan groseramente con las de los elementos anteriores, hay numerosas partículas de materia carbonosa. Hay también algunas bandas de tono general ocre ferruginoso. Algunas partículas opacas algo mayores, de contorno irregular, con aureolas ocerrojizas, de forma alargada e interestratificados en las bandas anteriores, parecen ser de compuestos férricos amorfos. Hay capas más gruesas formadas casi exclusivamente de granos de cuarzo mayores. Destacan en el conjunto grandes secciones transversales de quiasolita, en agregados paralelos al prisma vertical. Otras secciones, paralelas al tercer eje, se presentan paralelas a la estratificación general. En todo caso, la quiasolita presenta intensa alteración superficial en moscovita, que se presenta en laminillas pequeñas diversamente orientadas.

TERRA NEGRA (TOSSA).—A simple vista se presenta esta muestra con un color grisazulado mate con manchas rojizas donde brilla más intensamente la mica. Se observan muy bien numerosas agujas de quiasolita, medianamente gruesas, de aspecto lapídeo y con una banda central negra. Al microscopio se observa una masa granoblástica, con falso aspecto lepidoblástico debido a la disposición de los cristales de quiasolita en la misma dirección. El elemento dominante es el cuarzo en granos muy finos, asociado a numerosas partículas de materia carbonosa. Hay acúmulos microcristalinos de color pardo y de aspecto de biotita alterada. Algunas láminas hojosas pardas, algo precrocicas y con extinción recta, son también referibles al mismo mineral. Cruzan la gruesa preparación grandes prismas de quiasolita, con sus inclusiones carbonosas típicamente dispuestas. Asociada a ella se ven laminillas de moscovita dispuestas en los bordes de los prismas. También hay algunas laminillas de moscovita dispersas en el campo del microscopio. Hay algunas bandas de cuarzo en granos mayores y sin materia carbonosa, así como otros en los que sobre una base de cuarzo o de mica blanca, se dispone una materia amorfa rojiza, con los caracteres de compuestos ferruginosos de infiltración superficial.

CUERDA DE SANTA CECLINA.—Pizarra carbonosa, negra, que tizna los dedos de brillo suave, negro azulado en las superficies frescas y gris mate negruzco en las alteradas. A simple vista se ven entre las más carbonosas nódulos grandes grisazulados constituidos seguramente por una masa que, a juzgar por los caracteres del brillo que presenta, debe ser rica en sericita. También abundan en algunas zonas agujas largas de color blanco ocráceo y con el aspecto frecuente en la quiasolita. Al microscopio se observa una masa finamente granoblástica, compuesta en su mayor parte por partículas irregulares, opacas, de materia carbonosa. Existen también pequeños granos con los caracteres del cuarzo y algunas laminillas incoloras, con tonos de polarización altos y extinción recta, referibles a la mica sericita.

COLLADO EN LA CARRETERA TOSSA-LLAGOSTERA.—A simple vista se observa como una pizarra gris negra que tizna fuertemente los dedos, algo untuosa al tacto, sin vestigios de estratificación y algunas escasas secciones de quiasolita. Al microscopio se observa una masa de estructura granoblástica unas veces, otras lepidoblástica más o menos grosera o fina. Las porciones de estructura de textura más finamente lepidoblástica son ricas en sericita, perfectamente orientada según la hojiosidad y muy ricas en materia carbonosa que, a juzgar por los caracteres macroscópicos de la roca, debe ser en su mayor parte grafito. Hay también cuarzo en pequeña cantidad en estas porciones.

Las zonas granoblásticas están formadas casi exclusivamente por cuarzo en granos bastante grandes. Hay numerosas grietas que siguen recorridos irregulares y sinuosos con cuarzo y sericita y también algo de materia carbonosa. Algunas veces se observan grietas en enrejado. Finalmente, existen algunas grandes secciones transversales y longitudinales de andalucita más o menos quíastolítica, siempre bastante alterada superficialmente en moscovita. Los prismas presentan numerosas grietas de trazado irregular, por las que avanza la moscovitización. En conjunto la roca presenta, pues, rastros de acciones tectónicas bastante intensas, con producción de grietas y relleno ulterior a base de cuarzo y sericita.

### Calizas cristalinas

**MÁRMOL CUARZOSO DE LA CUERDA DE SANTA CECLINA.**—Roca de color gris claro, de aspecto calizo, con escasas capitas bien estratificadas algo más oscuras. Las superficies alteradas son de color ocregrisáceo. Hay numerosas venillas blancas, más o menos gruesas, de calcita blanca espática, a veces con superficies de exfoliación bien patentes. Una de las caras del ejemplar está formada por una capa de aspecto pizarroso, más oscura, y al parecer sin calcita o con ella en muy escasa proporción. Al microscopio se observa la abundancia de calcita, con sus típicos caracteres ópticos y de exfoliación, en granos pequeños y en filoncillos en los que se dispone en forma irregular. Asociada a la calcita y relativamente abundante se halla el cuarzo en granos también pequeños. Mucho más escasos que el cuarzo se observan pequeñas partículas opacas de forma irregular, referibles a materia carbonosa. Hay algunas manchas de color pardo ferruginoso.

## V

### TECTÓNICA

Como en todo el ámbito de la Cordillera Costera Catalana, en el territorio de la Hoja de San Felú de Guixols se reconocen las huellas de las dos eras tectónicas que han dado a estas regiones peninsulares su actual estructura: es decir, que por una parte aparecen los accidentes tectónicos variscicos y, por otra, cortando a los anteriores, los alpidicos.

### LA TECTÓNICA VARISCICA

Los materiales eruptivos antiguos y los sedimentos paleozoicos que componen en su mayor parte la Hoja han actuado de receptores de los esfuerzos variscicos, reaccionando cada uno de diferente manera, a tenor de su plasticidad y de su posición durante los períodos de plegamiento. En los sedimentos paleozoicos aparecen las raíces de una compleja estructura de plegamiento, mientras que en el macizo eruptivo, mucho más rígido y formado ya en las postrimerías del plegamiento, sólo pueden reconocerse las huellas de los empujes variscicos póstumos, mediante el estudio de las diaclasas utilizando los métodos de Cloos.

### La estructura de los sedimentos paleozoicos

**LA ZONA DE CAULÉS.**—Por estar mucho mejor conservada la cobertura paleozoica en la región NO. de la Cordillera, es allí donde pueden apreciarse con más claridad los caracteres del plegamiento variscico.

En la zona de Caulés de Vidreres, Santa Ceclina y castillo de Vidreres, especialmente en las vertientes de La Selva, puede estudiarse bastante bien la tectónica herciniana. Siguiendo desde Santa Ceclina el cordal que se dirige hacia el Km. 13 de la carretera de Tossa a Llagostera, puede verse una estructura en escamas muy apretadas, vergentes al NO. y muy próximas a la bóveda granítica, que debe ser extremadamente irregular a juzgar por los frecuentes afloramientos de granito que han perforado la cobertera. En el cerro de Santa Ceclina aparecen las pizarras maclíferas con quiastolita, a las que se superponen anormalmente las pizarras nodulosas sericíticas referibles al Ordoviciense. A lo largo de esta cuerda pueden apreciarse muy bien repeticiones de estas series, siempre con marcada vergencia hacia el NO. Cerca de la carretera aparecen calizas cristalinas deslizadas mecánicamente sobre las pizarras quiastolíticas. Esta cuerda nos ilustra, pues, sobre la presencia de una tectónica en escamas, orientadas en este punto de NE.-SO. y vergentes hacia el NO. El granito se ha introducido mecánicamente en los contactos anormales entre dos series distintas, como ocurre en Santa Ceclina. En estos casos el granito está fuertemente tectonizado, como puede verse en el Km. 13 de la carretera Tossa-Llagostera, donde aparecen láminas de granito de 0,2 y 0,5 metros, fuertemente mecanizadas, comprimidas entre las pizarras nodulosas ordovicienses, que les sirven de techo, y apoyándose a su vez sobre las pizarras quiastolíticas gotlandienses.

La región de los alrededores de Caulés de Vidreres es más monótona, por desarrollarse toda la tectónica en las pizarras ordovicienses, pero las frecuentes variaciones locales de direcciones y buzamiento indican claramente que prosigue el mismo estilo, que más al N. se hace más aparente por la presencia de los materiales gotlandienses y devónicos.

El contacto con el granito de Puig Ventós es concordante, con zona de digestión muy clara en los alrededores de este cerro. Hacia el O. se corta de nuevo el contacto en los alrededores de Can VallDaniel, donde tiene características análogas. Da la impresión de tratarse de un contacto post-tectónico. No obstante, en el interior del macizo, tal como ocurre en la carretera de Tossa a Llagostera, hay contactos claramente intrusivos, como el de Can Embajador o el del Barranc de la Mina. En su conjunto, pues, la bóveda granítica es harto irregular, habiéndose introducido profundamente el magma en la base del macizo paleozoico.

El extremo occidental del manchón paleozoico está situado unos centenares de metros fuera de la Hoja, en el castillo de Vidreres y cerca de Can Llobet. Allí el Paleozoico está formado por micacitas amarillentas, nodulosas y ve-teadas, orientadas de NO. a SE., con vergencia al SO. Cerca de una masía al NE. del castillo hay bancos de calizas de 2 a 3 m. de potencia. El cerro del cas-

tillo está formado por un sinclinal de pizarras gotlandienses con quiastolita, que verge hacia el SO.; pero entre el castillo de Vidreres y Caulés, los pliegues contornean el macizo granítico, cambiando poco a poco su dirección NO.-SE. hasta pasar a la ENE.-OSO., que es la dirección imperante en los manchones paleozoicos que aparecen más hacia el NE.

En la cuerda que va de Can Rustoi al camino de Can Embajador, puede verse bien esta disposición; las calizas son mucho más potentes que las de Santa Ceclina y Vidreres y se las ve, claramente, formar escamas entre las pizarras; entre ambas aparecen jirones de pizarras con quiastolita, dando en su conjunto la impresión de tratarse de un sinclinorio comprendido entre dos masas locales más resistentes: el granito de Caulés y las pizarras de Can Rustoi.

En este manchón paleozoico de Caulés, que es el más extenso y completo de la Hoja, parecen dibujarse, pues, dos sistemas de pliegues de vergencias opuestas: los pliegues del borde NO. con vergencia hacia el NO., y los del borde de Caulés vergentes hacia el SE. y Sur. Entre Caulés y el castillo de Vidreres hay cambios completos de dirección y de vergencia, puesto que los pliegues toman direcciones NO.-SE., vergiendo hacia el SO.

LA REGIÓN DE TERRA NEGRA.—En el kilómetro 8,2 de la carretera Tossa-Llagostera, un poco después de la casilla de peones camineros, está el límite meridional del macizo paleozoico: las pizarras son cornubianitas y están acunadas en el granito, dando la impresión de un contacto sintectónico, análogo al de Can Embajador o al de la Mina. Un poco más arriba, en el Km. 8,5, aparece un nuevo enclave formado por cornubianitas y pizarras maclíferas negras; este nuevo contacto es semejante al de Can VallDaniel, es decir, se trata de un fragmento de bóveda de un plutón concordante. Aunque aparece multipartido por fallas de poco salto, puede seguirse muy bien esta estructura a lo largo de más de 100 metros. Corroboración el carácter normal de este contacto, la estructura del granito que presenta el sistema de diaclasas de bóveda, muy claro y bien desarrollado, con pequeños intervalos y casi horizontal o ligeramente inclinado hacia el ONO. Filones capas de granito porfídico se interes-tratifican entre las pizarras, prolongando la masa magmática dentro de la cobertera. Un poco más arriba, en el Km. 10, hay otro enclave muy triturado, formado por cuarcitas; el granito es fuertemente cataclástico y está cruzado por multitud de microfallas con fuerte caquirización. Las cuarcitas están verticales, adosadas al plano de falla, siguiéndola una serie de micacitas amarillentas que deben representar el Ordoviciense, las cuales se cortan hasta cerca del Km. 10,9, donde se les superponen las pizarras negras maclíferas del gotlandiense. Estamos pues, de nuevo, dentro de la cobertera paleozoica, en la

continuación oriental del macizo de Caulés, que forma los relieves de Terra Negra.

El contacto meridional de Terra Negra, entre la cobertera y el granito es, pues, una bóveda normal de apariencia post-tectónica, dislocada posteriormente por fallas de edad alpina; no obstante lo cual, las características del contacto son muy limpias.

La tectónica del reborde S. de Terra Negra tiene las mismas características que la del macizo de Caulés; pliegues vergentes hacia el SO., modelados exclusivamente sobre las pizarras ordovicienses y gotlandienses; estas últimas tienen una cierta extensión, lo que ha determinado la denominación local de Terra Negra (tierra negra), a consecuencia del color que toman los productos de su meteorización.

En las vertientes orientales del macizo de Terra Negra, las direcciones de los pliegues cambian lentamente girando de ENE.-OSO. a NNE.-SSO., y un poco más hacia el N., en el manchón de Can Sureda, los arrumbamientos son claramente Norte-Sur. En Can Ruire, y en las inmediaciones del Collet de la Mallorca, aparece un nuevo contacto del granito con la cobertera, pero de carácter sintectónico.

Como en la zona de Caulés, las vergencias del reborde septentrional se dirigen hacia el N. y NO., mientras que las del meridional van netamente hacia el SE. No obstante, en las proximidades de las intrusiones graníticas hay fuertes anomalías, como las de las inmediaciones de Can Ruire, donde las micacitas amarillentas llegan a la vertical en contacto con el granito aplítico.

LA ZONA DE ENCLAVES DEL NE.— Al E. del amplio valle de Can Codolá ya no aparecen zonas paleozoicas extensas; únicamente pequeños manchones dispersos, que no son sino las raíces, enclavadas en el granito, de una cobertera mucho más extensa que alcanzaría por lo menos hasta el valle de Aro.

En estos manchones sólo aparece una tectónica fragmentaria, difícil de seguir y de relacionar con la de los enclaves vecinos, profundamente enmascarada por la avenida magmática y a veces hasta completamente borrada. No obstante, en algunos de ellos, algo más extensos, se ha conservado suficientemente la primitiva estructura para poder ser estudiada.

En el cerro de Puig Roig, entre Can Munné y Can Planas, y en sus alrededores, aparecen las micacitas ordovicienses orientadas E. 20° N.-O. 20° S. y fuertemente inclinadas hacia el S., formando pliegues muy apretados vergentes al N. 20° O. También aquí, como en los manchones más extensos de Terra Negra y Caulés, se observan los dos tipos de contactos con el granito: el contacto de bóveda normal post-tectónico se ve entre Can Munné y Can Durán

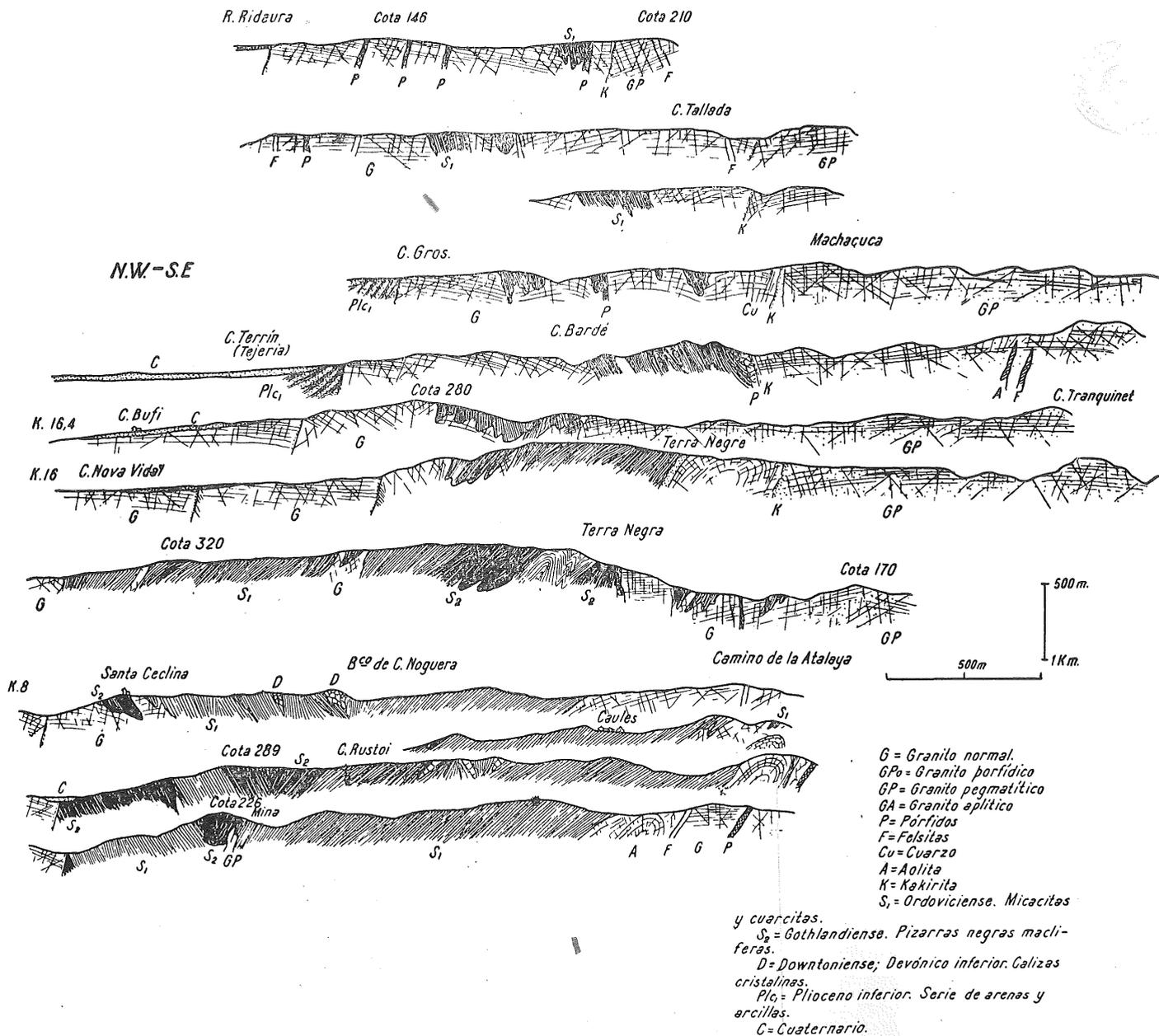


Fig. 9.—Estructura del Paleozoico de Caulés y Terra Negra.

con grandes y numerosos enclaves en la zona superior del granito; entre Can Munné y Can Gros aparecen en cambio contactos de carácter intrusivo.

### Estructura de conjunto del Paleozoico y estilos tectónicos

La cobertera del macizo granítico de la Costa Brava aparece mucho más completa hacia el NO. y SO. que hacia el SE. y NE., donde sólo se encuentra en forma fragmentaria o llega a faltar completamente en todo el límite SE. de la costa. Esta circunstancia puede ser debida, tanto a la elevación epirogénica reciente de la zona NE., como a que, en esta zona, el frente de la intrusión granítica hubiese ascendido más que en la zona de Caulés. Lo que parece bastante claro es que el magma granítico se introdujo en la base de un país de plegamiento, y probablemente en dos etapas: una sintectónica que engendró los granitos porfídicos y los contactos de carácter intrusivo, y otra post-tectónica determinante de la estructura de bóveda.

Los accidentes tectónicos de esta cobertera tienen el estilo dominante en el Paleozoico de la Cordillera Costera Catalana, es decir, estilos isoclinales inclinados en las masas de pizarras ordovicienses y estilos en escamas, cuando intervienen en el plegamiento las calizas devónicas y las pizarras gotlandienses; en una palabra, aparece la tectónica en «stockwerk» provocada por las diferencias del coeficiente de plasticidad de los materiales plegados conjuntamente. El conjunto de los accidentes puede ser dividido en tres grandes unidades: 1, accidentes del reborde septentrional de vergencias dominantes hacia el NO.; 2, accidentes centrales de vergencias indecisas; 3, accidentes del reborde SE., vergentes en este mismo sentido. Parecen pues existir dos ramas de pliegues de orden inferior, separadas por una divisoria central.

Estas consideraciones son válidas para los macizos de Caulés y Terra Negra, puesto que en la zona de enclaves del NE. se pierde toda regularidad, variando las direcciones de los accidentes de una manera disarmónica en muy pequeña superficie. Allí, en su conjunto, las vergencias dominantes son hacia el NO., aun en el borde meridional. Por otra parte, cabe todavía la posibilidad de admitir que esta zona de enclaves esté separada tectónicamente del resto de la cobertera por una posible falla alpidica, que pasará por la riera de Can Codolá, en cuyo caso sus relaciones con el Paleozoico occidental serían todavía más difíciles de establecer.

Pero para el Paleozoico de Caulés-Terra Negra puede subsistir la idea antes expuesta de la distribución de los accidentes tectónicos en dos ramas de vergencias opuestas.

## TECTÓNICA DEL MACIZO GRANÍTICO

Los efectos de las compresiones hercinianas póstumas se manifiestan también en el macizo granítico, en forma de varios sistemas de litoclasas que lo dividen en infinidad de bloques paralelepípedicos y en los diques de rocas filonianas, testigos de la actividad magmática subsiguiente al plegamiento y a la intrusión granítica.

El granito de la Hoja en estudio forma parte del plutón de las sierras de Levante de Barcelona, que se extiende desde el Llobregat al Ampurdán, a lo largo de cerca de 100 kilómetros. La aplicación a esta zona de la Hoja del método estadístico de Cloos ha permitido deducir la estructura herciniana del plutón.

Como en el resto de la Cordillera hay que distinguir entre la *estructura magmatogénica*, determinada por las circunstancias ambientales que presidieron la consolidación del magma granítico, y la *estructura tectónica*, formada ulteriormente por la compresión orogénica, la primera está muy desarrollada en las inmediaciones de la cobertera, como consecuencia de los fenómenos de anamorfosis provocados por asimilación de los materiales paleozoicos por el magma granítico. Tales, por ejemplo, las «zonas de gabarros» o concentraciones esféricas de melanócratas, y las alineaciones o concentraciones planas («schlieren» de los alemanes) producidas por las corrientes magmáticas durante los procesos de consolidación.

La estructura tectónica herciniana está representada por varios sistemas de litoclasas, que en sus líneas generales coinciden con las del ideal tectónico de Cloos, y cuyas características se resumen en el siguiente cuadro:

| Sistemas (nom. de Cloos) | Direcciones | Declinaciones       | Buzamientos     |
|--------------------------|-------------|---------------------|-----------------|
| L                        | N. 40° O.   | N. 30° O.-O. 40° N. | 5° a 30° NNE.   |
| Q                        | N. 40° E.   | N. 20° E.-E. 30° N. | 80° NO.-70° SE. |
| S                        | O. 30° N.   | O. 10° N.-O. 40° N. | 80° SO.-70° NE. |
| D <sub>1</sub>           | NO.-SE.     | O. 40° N.-N. 30° O. | 45° a 60° NE.   |
| D <sub>2</sub>           | NO.-SE.     | O. 30° N.-N. 30° O. | 45° a 60° SO.   |
| D <sub>3</sub>           | N. 30° O.   | N. 10° O.-N. 30° O. | 40° a 50° ENE.  |
| D <sub>4</sub>           | N. 30° O.   | N. 15° O.-N. 25° O. | 40° a 50° OSO.  |

Pero la regularidad de estas roturas aparece a menudo alterada por la presencia de otras dislocaciones más modernas, de génesis alpídica, las cuales cruzan y cortan a los sistemas anteriores y a los diques en ellas alojados. Además, los esfuerzos orogénicos alpídicos que encontraron el macizo granítico completamente cratonizado, han removilizado los sistemas de diaclasas

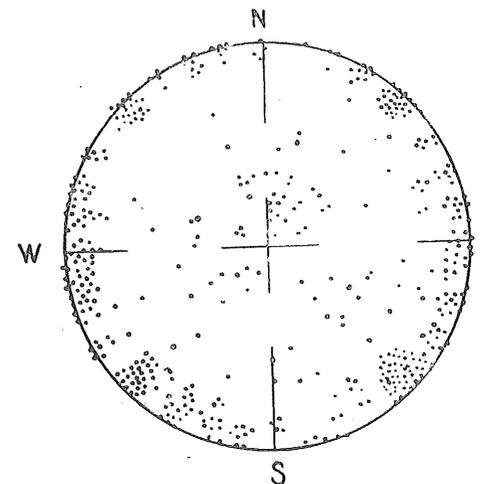


Fig. 10.—Proyección estereográfica de los sistemas de diaclasas del granito y de sus diversas facies.

hercinianas determinando desplazamientos de los labios de algunos sistemas antiguos, que se traducen a veces en importantes dislocaciones verticales.

Los sistemas de fallas alpídicas más importantes son los orientados de NO. a SE. y NE.-SO., es decir, de dirección erzgebúrgica estos últimos, siendo por otra parte los que condicionan las grandes líneas morfológicas y la orientación general NE.-SO. de la Cordillera y de la costa.

Estas dislocaciones se han instalado siempre sobre zonas de mínima resistencia del macizo, ya sea sobre antiguos sistemas de diaclasas hercinianas, ya sobre diques alojados en ellas, ya finalmente sobre los contactos de dos facies de granito diferentes.

Las fallas más importantes de dirección NO.-SE. están localizadas en los valles más profundamente excavados (valle de Tossa y valle de Aro). Ambos no son sino dos fosetas tectónicas situadas al SO. y NE., respectivamente, del bloque de Cadiretas, macizo resistente que apenas se ha fragmentado. La fosa de Tossa de Mar es disimétrica y está limitada por su parte SO. por una serie de fallas en gradería, que se escalonan desde las vertientes orientales del ma-

cizo de Rosell, en Set Furats, hasta el talweg de la riera de Tossa; la más baja de estas dislocaciones es una larga falla compensada que se prolonga hacia el NO., hasta las inmediaciones de Santa Ceclina: el labio hundido de esta falla es el de Tossa, el NE., mientras en Santa Ceclina es el SO., lo que le da el carácter de los «rotary falls» de los ingleses. El borde NE. de la foseta

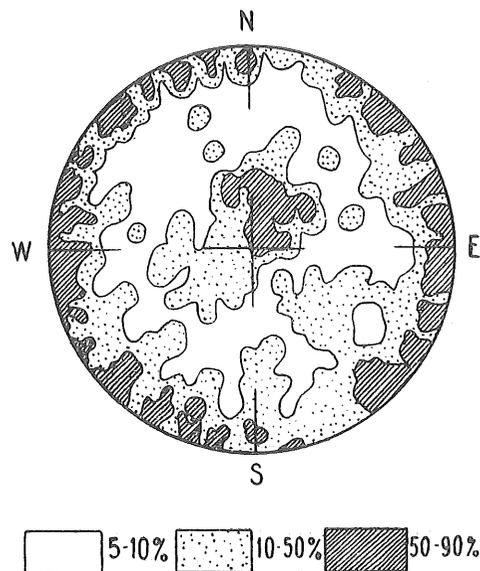


Fig. 11.—Gráfico de frecuencias de las diaclasas del granito y de sus facies.

de Tossa, está formado, en cambio, por una sola dislocación curva que se inicia en la carretera de Tossa a Llagostera, entre los Km. 6 y 7, y rodea, a manera de arco de gran radio, el macizo de Cadiretas por su borde meridional, hasta Cap Pentiné. Esta falla se ha establecido en el contacto entre el granito de facies pegmatítica de Cadiretas y el granito aplítico de la base de este macizo, existiendo entre ambos una enorme zona de caquirización de casi 200 m. de potencia, que pone de manifiesto la importancia del accidente. En el borde SE. de la fosa de Tossa, entre Can Toni Pau (Mas Carbuti) y la playa del Llorell, aparecen afloramientos basálticos que emergen por las fallas satélites a la fractura compensada Santa Ceclina-Tossa.

La fosa del Valle de Aro tiene caracteres distintos, puesto que es casi simétrica y está formada por una serie de fallas en escalera de poco salto, que la limitan tanto por el borde SO. como por el NE. Algunas de estas dislocaciones son perceptibles, especialmente en el reborde meridional, como en la

carretera de San Felú de Guixols a Santa Cristina de Aro, Km. 31 y 32. En el margen septentrional, una de las fallas satélites permite la emersión de una fuente carbónica (La Font Picant), cerca del Km. 29 del ferrocarril de Gerona a San Felú de Guixols.

Estos sistemas de fallas que accidentan las montañas costeras, se prolongan también hacia el interior, encontrándose también en la depresión de La Selva y siendo claramente perceptibles allí donde cortan a los depósitos pliocenos y cuaternarios, como ocurre en Caldas de Malavella, en el ángulo NO. de la Hoja, siendo además, estos accidentes tectónicos, los que han permitido la salida de las fuentes termales de Caldas.

Las fallas longitudinales, de dirección NE-SO. son también claramente visibles y tienen importante significación morfológica. Buena parte del contacto entre el granito de facies pegmatítica de Cadiretas y el granito normal del reborde SE. de la depresión de La Selva, es una zona de dislocación de dirección erzgebúrgica, y cerca de Can Crispins aparecen en ella afloramientos basálticos. También el contacto morfológico entre aquel reborde y la depresión que sigue la carretera de Llagostera a Sils, entre los Km. 5 y 8, es una falla igualmente orientada de SO. a NE., que se prolonga hacia el NE. hasta el S. de Llagostera, interesando a las arcosas y arcillas pliocenas de Sant Llorens, donde la dislocación termina acunada dentro del granito.

#### Edad de los accidentes tectónicos

La edad precisa de los pliegues hercinianos que afectan a los sedimentos metamórficos del NO. del macizo granítico, no puede determinarse con exactitud dentro de la Hoja, puesto que comenzamos por ignorar la edad exacta de estos materiales. No obstante, por comparación con las regiones próximas del Montnegre, Montseny y Gabarras, donde se conoce mejor su posición estratigráfica, hemos de creer que el plegamiento de estas capas fue sincrónico al de sus análogas del Montseny, es decir, que debe de pertenecer al «ámbito intravariscico» de Ashauer y Teichmüller, y por lo tanto el plegamiento debió de producirse con anterioridad a los depósitos westfalienses del Pirineo y del Priorato; por lo tanto, no es aventurado admitir que los accidentes tectónicos hercinianos de Caulés-Llagostera se han efectuado en dos etapas: una, durante la fase bretónica, y otra, durante la astúrica. A pesar de no encontrarse sedimentos carboníferos en esta zona, las huellas de los esfuerzos orogénicos astúricos aparecen claramente representados en las diaclasas y fracturas intravariscicas del macizo granítico.

Las grandes dislocaciones que cruzan el bloque costero y penetran en la depresión de La Selva, son las comunes a todo el ámbito del antepaís catalán, de manera que su génesis debe remontarse probablemente al Oligoceno, aunque no es probable que en el NE. de Cataluña comenzaran a moverse antes del Pontiense. En cambio, pueden datarse con mucha precisión los últimos movimientos de estas fracturas, puesto que afectan a los depósitos pliocenos y aun al Cuaternario antiguo de la depresión de La Selva, lo que indica que se han movido hasta tiempos relativamente muy recientes, hecho corroborado, por otra parte, por las emisiones de rocas básicas que se encuentran siempre en relación con estas fracturas.

La tectónica alpídica, comenzó pues, probablemente, en esta zona, en el Pontiense y continuó actuando durante todo el Plioceno y hasta bien entrado el Cuaternario. Los microsismos que afectan a esta región y a las vecinas, así como las emisiones hidrotermales e hidrocarbónicas que tanto abundan en la región, no son sino las manifestaciones tectónicas póstumas del gran espasmo orogénico alpídico.

## VI

## HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Las aguas subterráneas de la Hoja en estudio se pueden dividir en dos grandes conjuntos:

1. Aguas termales o minero-medicinales, y
2. Aguas subterráneas normales.

## Aguas minero-medicinales

Están localizadas en la región septentrional de la Hoja, en relación con las zonas de fractura que limitan y cruzan la depresión de La Selva. Las emergencias más importantes se hallan en Caldas de Malavella, en el extremo NO. de la Hoja, pero ya fuera de ella, y no se describen porque acaban de ser objeto de un estudio suficientemente detallado en la vecina hoja de Gerona.

La otra zona de fuentes endógenas está situada en el valle de Aro, en el lugar denominado Bell-lloc. La emergencia se produce en contacto con un dique de aplita que «ha jugado como línea de fractura durante los paroxismos alpinos» (Solé). Estas fuentes son todas carbónicas (*Fonts picants*, es decir, fuentes picantes) y emergen a lo largo del dique de aplita arrumbado N. 20° E. En la propia estación de Bell-lloc hay un pozo en el Cuaternario, de donde se extrae agua carbónica, y otros tres en las cercanías con las mismas características. Aun cuando estos pozos están abiertos en el Cuaternario, la emergencia de las aguas procede del substrato granítico y está situada en la prolongación SE. del mencionado dique de aplita. El análisis efectuado por el Dr. Román Casares, en 1946, ha dado el siguiente resultado:

|   |           |
|---|-----------|
| Reacción al tornasol.....                             | neutra.   |
| Ph.....   | 7,1       |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> ').....                     | 28 mg./l. |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> ').....                     | 4 —       |
| Amoníaco (NH <sub>4</sub> ).....                      | 6 —       |
| Cloruros (Cl').....                                   | 787 —     |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> '').....                    | 87 —      |
| Hierro (Fe).....                                      | 2 —       |
| Materia orgánica en O.....                            | 10 —      |
| Calcio (Ca'').....                                    | 100 —     |
| Magnesio (Mg'').....                                  | 35 —      |
| Anhídrido carbónico libre.....                        | 40 —      |
| Anhídrido carbónico combinado (CO <sub>2</sub> )..... | 820 —     |
| Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H').....                | 1130 —    |
| Anhídrido carbónico total (CO <sub>2</sub> ).....     | 1360 —    |
| Residuo fijo a 180°.....                              | 1682 —    |

## Dureza:

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Total.....      | 39° |
| Temporal.....   | 37° |
| Permanente..... | 2°  |

Pero las antiguas y verdaderas fuentes de Bell-lloc se encuentran a unos 300 m. al NO. de la estación. El análisis realizado por los Sres. Sintés y Orfila, hace ya algunos años, dio el resultado siguiente:

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| Ácido carbónico libre..... | 1,212 gr./l. |
| Carbonato sódico.....      | 1,273 —      |
| — cálcico.....             | 1,128 —      |
| — potásico.....            | 0,176 —      |
| — magnésico.....           | 0,253 —      |
| — ferroso.....             | 0,020 —      |
| Cloruro sódico.....        | 0,198 —      |
| — magnésico.....           | 0,087 —      |
| Sulfato cálcico.....       | indicios.    |
| Silicato aluminico.....    | 0,038 —      |

Más tarde, en 1946, las mismas aguas fueron analizadas por el Dr. Román Casares, encontrándose el siguiente resultado:

|   |            |
|---|------------|
| Reacción al tornasol.....                             | neutra.    |
| Ph.....   | 7,1        |
| Cloruros (Cl').....                                   | 218 mg./l. |
| Sulfatos (SO <sub>4</sub> '').....                    | 12 —       |
| Hierro (Fe).....                                      | 4 —        |
| Materia orgánica en O.....                            | 3 —        |
| Calcio (Ca'').....                                    | 310 —      |
| Magnesio (Mg'').....                                  | 150 —      |
| Anhídrido carbónico libre.....                        | 870 —      |
| Anhídrido carbónico combinado (CO <sub>2</sub> )..... | 2300 —     |
| Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H').....                | 3180 —     |
| Anhídrido carbónico total (CO <sub>2</sub> ).....     | 3170 —     |
| Residuo fijo a 180°.....                              | 3580 —     |

Dureza:

|                 |      |
|-----------------|------|
| Total.....      | 115° |
| Temporal.....   | 110° |
| Permanente..... | 5°   |

Además de estas fuentes, existe también, cerca del Km. 31,7-31,8 de la carretera de Santa Cristina de Aro a Sant Felú de Guixols, a unos 250 m. al NNO. de Can Riu, junto a la vaguada, una fuente sulfurosa, hoy completamente seca, que los naturales del país conocen con el nombre de *Font Pudosa*.

## Aguas subterráneas normales

Hay que considerar en esta zona dos tipos diferentes de circulación subterránea:

1. Circulación de aguas de fisura, en el macizo granítico.
2. Circulación de aguas freáticas en los depósitos aluviales cuaternarios.

1. CIRCULACIÓN EN EL MACIZO GRANÍTICO.—Tiene como elemento fundamental de absorción y circulación, los sistemas de diaclasas que cruzan el granito, los diques muy fisurados y las fracturas, sobre todo las que tienen zonas de brechas o caquiritas. En general los diques que atraviesan la granodiorita y sus diferentes facies, pueden clasificarse desde el punto de vista hidrológico en: *a*, diques barreras, muy poco fisurados, que detienen el paso de las aguas y provocan generalmente su emergencia, y *b*, diques colectores, muy fisurados, que recogen el agua y determinan su reunión en caudales más importantes. El carácter de colector o de barrera depende en ocasiones de la

permeabilidad relativa por fisuración en relación con la masa granítica envolvente.

Las grandes erupciones de felsitas del Puig Rumpugut y del Puig Nou, son barreras que provocan el afloramiento, en su periferia, de numerosas fuentes.

También son zonas de emergencia los contactos entre dos facies diferentes de la granodiorita, sobre todo a consecuencia de que sobre estos contactos generalmente se establecen fallas de cierta importancia. Igualmente, los contactos de la cobertera de pizarras con el macizo hipogénico subyacente, son zonas de emergencia, porque el granito tiene un grado de permeabilidad menor que las pizarras, complejamente plegadas y fracturadas.

Las fuentes de fisura, que abundan en la zona montañosa, son generalmente de poco caudal, aunque muy constantes. Son emergencias de este tipo las que suministran permanentemente el agua a las rieras que afluyen a la vertiente mediterránea.

2. CIRCULACIÓN FREÁTICA EN EL CUATERNARIO.—Los valles de Lloret, Tossa y de Aro, rellenos de depósitos aluviales, son zonas a propósito para la formación de mantos freáticos. Buena parte de las aguas de fisura, procedentes de la emergencia de fuentes, cuyas aguas circulan por la masa granítica, al llegar al Cuaternario forman mantos subálveos.

En el valle de Fanals, los sondeos realizados para el alumbramiento de aguas subterráneas han puesto de manifiesto la existencia de un relleno de arenas graníticas, que en la carretera de Blanes y frente a la playa de Fanals tiene una potencia máxima de 14 m., apoyándose sobre una capa de arcillas (*call*, en el país) y ésta, a su vez, sobre el granito. El pozo de Can Gil, de 14 m. de profundidad, da un buen caudal, no aforado. Unos 300 m. más al Sur, cerca ya del mar, el pozo de la Gobernadora tiene también 14 m. y análogas características hidrológicas. Más hacia el interior, el espesor del manto cuaternario se reduce a 11 m. en el pozo de Can Pou, y a 8 m. en el de Can Coll; ambos necesitan galerías de drenaje para proporcionar caudales medios.

En el valle de Lloret de Mar, el relleno tiene más de 22 m. y características análogas a las de Fanals. Únicamente que algunos pozos más próximos a la playa, en períodos de sequía, tienen aguas salobres, lo que nos indica que nos hallamos en la zona de equilibrio entre el nivel piezométrico y el nivel marino, es decir, que ésta se halla a unos 20 m. bajo el nivel del mar, hecho fácilmente explicable si se tiene en cuenta la pronunciada pendiente de las vertientes mediterráneas.

El pequeño valle aluvial de Tossa de Mar tiene características idénticas, y más hacia el N., en el gran valle de Aro, se repite el fenómeno, pero con mayor

envergadura. No tenemos datos numerosos de este valle que permitan reconstruir el antiguo talweg y determinar la posición del nivel piezométrico, pero alguno de los pozos alcanza 25 m. de profundidad, de manera que por lo menos las características hidrológicas son semejantes a las del valle de Lloret.

Cerca de San Feliu de Guixols, en el Km. 32-33 de la carretera a Santa Cristina de Aro, existe una zona cubierta de un débil manto de lehm granítico, en la que existen multitud de pozos que extraen agua a profundidades que oscilan entre 0,5 y 2 metros. Se trata de una zona relativamente reducida, lo que hace sospechar que se trate en realidad de aguas de fisura que emergen en esta zona y se dispersen en el lehm, formando un manto freático local.

## MINERÍA Y CANTERAS

A pesar de encontrarse ubicada la Hoja de San Feliu de Guíxols en pleno granito y de poseer una zona de contacto, los minerales escasean y los de posible aprovechamiento industrial son nulos. Únicamente se explotan las rocas como materiales de construcción. A continuación damos la lista de los conocidos:

### Rocas

**GRANITO.**—Se explota en San Feliu de Guíxols y en Lloret como piedra de sillería. También se explotan con análogos fines el cortejo de diques de pórfidos graníticos que le acompañan, así como sus facies.

**FELSITAS.**—En el Puig Rumpugut, en Lloret y en el Puig Nou de Tossa, se encuentran felsitas en cantidad explotable y pureza suficiente para su aprovechamiento para la fabricación de porcelana, pero no han sido explotadas.

**ARCILLAS SEDIMENTARIAS.**—Se encuentran en el Plioceno de La Selva, muy puras, amarillentas o verdosas, donde se explotan para ladrillería y cerámica basta, y en el Cuaternario, rojas y muy impuras, a pesar de lo cual se explotan también para ladrillería en las poblaciones de la costa, donde falta el Plioceno. Una bóveda en las inmediaciones de Lloret de Mar explota una arcilla roja muy arenosa que da malos ladrillos.

## Minerales

ARCILLAS HIDROTERRMALES.—En las zonas de rotura y caquirización del granito es frecuente la presencia de arcillas de origen hidrotermal. Hemos reconocido varios filones, todos de escasa importancia industrial. Una muestra de la carretera de Lloret a Tossa, en la zona de fractura existente, el granito aplítico del Rosell y el granito diorítico normal de la costa ha dado la siguiente composición:

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 68,87 %   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 22,4 —    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 3,0 —     |
| Pérdida al fuego....                 | 4,89 —    |
| Ca, Mag y álcalis ...                | vestigios |

Se trata de una arcilla muy blanca, sedosa y compacta, que por su composición y características se aproxima a las *nacritas*. Otro análisis practicado en otra arcilla blanca pulverulenta de la carretera de Santa Cristina, ha dado el siguiente resultado:

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 78,0 % |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 17,1 — |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 1,6 —  |
| Pérdida al fuego.....                | 2,9 —  |

Composición que permite asimilarla a un *caolín*. Además de estas arcillas blancas se encuentran también arcillas verdosas y verdes muy fuertes, especialmente en las proximidades de los diques de felsitas, las cuales presentan todos los caracteres de las *montmorillonitas*, aun cuando no se han realizado análisis. Todas ellas son de escaso interés industrial y atestiguan la presencia de las fases meso y epitermales de separación magmática.

CALCITA.—Se la encuentra a veces, raramente, en filones acompañando al cuarzo. En el camino de Cadiretas a Sant Baldiri hay un filón de calcita espática muy pura, introducido en la salbanda de otro más potente de cuarzo.

CUARZO.—Es muy frecuente en forma de filones grandes y pequeños de cuarzo lechoso. Los grandes filones son cataclásticos, por haberse instalado dentro de fallas alpidicas que se han movido posteriormente o durante el re-

lleno. El pueblo de Llagostera está edificado sobre uno de estos filones, y como a consecuencia de su carácter cataclástico actúa de colector de aguas subterráneas, se le explota activamente en este aspecto para el abastecimiento de la población. En Vidreres, Tomás cita el *falso topacio*, sin indicación de lugar; en San Felú de Guixols, en un filoncillo de cuarzo lechoso de las canteras del puerto, Faura cita un gran cristal de *cuarzo hialino* encontrado en ellas. Algunos de los grandes filones de cuarzo cataclástico podrían ser objeto de explotación industrial.

GRAFITO.—Ha sido citado por Tomás en San Felú de Guixols, pero no pasa de ser una curiosidad mineralógica.

OLIGISTO.—Tomás lo cita en filoncillos en los basaltos de Tossa de Mar. Nosotros no hemos podido encontrarle.

ORTOSA.—Se encuentran bellos cristales maclados según Carlsbad y Baveno, con relativa abundancia en las pegmatitas y en los granitos pegmatíticos. En ocasiones, como ocurre en ciertos puntos del Puig de Cadiretas, aparecen aislados por la erosión.

MOSCOVITA.—Como la ortosa, se encuentra en las pegmatitas, y a veces pueden aislarse de ellas, sin trabajo, bellas láminas. En la carretera de Tossa a San Felú se encuentran varios diques de pegmatita con abundante moscovita.

PIRITA.—La cita Tomás, en cristales cúbicos, de San Felú de Guixols, sin indicar localidad exacta.

Se citan también de San Felú de Guixols (Tomás), como curiosidades mineralógicas, *granates*, *azufre*, *molibdenita*, sobre las pizarras metamórficas.

En el término de Caulés de Vidreres hay una mina antigua, hoy completamente abandonada e impenetrable. La escombrera está fuertemente consolidada, cubierta de tierra vegetal e invadida por la vegetación, lo que no nos ha permitido explorarla. Según los habitantes de las masías próximas, se explotaba en ella *galena argentífera*. Esta mina está abierta en las inmediaciones de una intrusión de granito porfídico que corta las pizarras ordovicienses cerca de su contacto con el Gotlandiense, en el llamado barranco de la Mina.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANÓNIMO: *La Costa Brava*.—C. Exc. de Cat. Barcelona, 1922.
2. ASHAUER, H., und TEICHMÜLLER, R.: *Die variscische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens*.—Beitr. z. Geol. Med., n. 17 Abh. Gess. Wiss. Gottingen.-Math.-Phys. k. 1, III F., H. 16. 80 págs., 7 láms., 48 figs. (Traducido al español por J. M. Ríos, en «Publicaciones alemanas sobre geología de España», C. S. I. C.). 1935.
3. BATALLER, J. R.: *Assaig bibliogràfic de la Geologia de Girona*.—But. Inst. Cat. Hist. Nat., 2.<sup>a</sup> ser., vol. III, págs. 36-55. Barcelona, 1923.
4. — *Condiciones geológicas de emergencia de las aguas minerales de Cataluña*.—Publ. Lab. Geol. Sem. Barcelona, n.º 8, 90 págs. Barcelona, 1933.
5. BAUZÁ, F.: *Breve reseña geológica de la provincia de Gerona*.—Bol. Comisión Mapa Geol. Esp., t. I, págs. 169-175. Madrid, 1874.
6. BIROT, P.: *Recherches sur la morphologie des Pyrénées orientales franco-espagnoles*.—1 vol. in 8, de 318 págs., 54 figs., 8 láms. París, 1937.
7. BOUCART, J.: *Résultats d'ensemble d'un étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal*.—C. R. IV Congr. Geogr. et Etn. Slaves, págs. 57-69, 4 mapas. Sofía, 1936.
8. — *Étude des sédiments pliocènes et quaternaires du Roussillon*.—Bull. Serv. Cart. Géol. France, n.º 218, t. XLV, 82 págs. 18 figs., 3 láms. París, 1947.
9. BRYAN, K., and ALBRITTON, C. C.: *Soil phenomena as evidence of climatic changes*.—Amer. Journ. of Sc., vol. 241, n.º 8, págs. 469-490. 1943.
10. CALDERÓN, S., CAZURRO, M., y FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Memoria sobre las formaciones volcánicas de la provincia de Gerona*.—Mem. R. Soc. Esp.

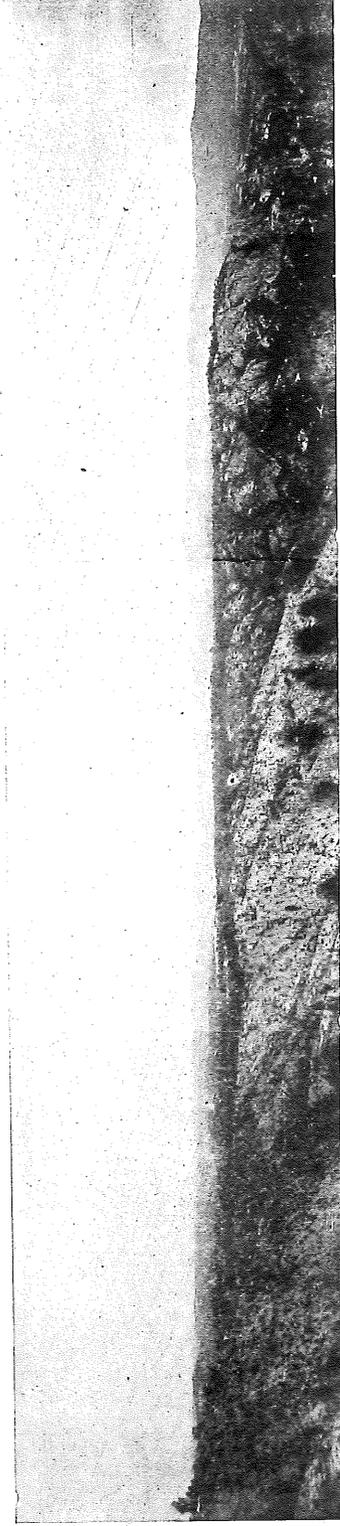
- Hist. Nat., t. IV, n.º 5, págs. 159-491, 10 láms., 13 mapas, 73 figuras. Madrid, 1906.
11. CARANDELL, J.: *El Bajo Ampurdán. Ensayo geográfico. Obra póstuma.*—Boletín Univ. de Granada; año XIV, págs. 375-424; año XV, págs. 453-557. Granada, 1942-43.
  12. CARRERAS GAUDÍ, F.: *Geografía general de Catalunya. Prov. de Girona. por J. Botet Sisó.*—1075 págs. Barcelona (sin fecha).
  13. CHEVALIER, M.: *El paisatge de Catalunya.*—1 vol. in 12, de 197 págs., 33 láminas y numerosas figuras. Barcelona, 1928.
  14. — *Geologia de Catalunya. Vol. I: Els Terrenys primaris.*—1 vol. in 12, de 220 págs., 16 láms. y figuras. Barcelona, 1930.
  15. COMISIÓN HIDROGRÁFICA DE LA ARMADA, n.º 873, Hoja XV: *Desde el río Llobregat hasta el cabo de Tossa.*—Escala aproximada 1:100.000. Barcelona, 1888.
  16. — n.º 302 A: *Plano de los surgideros de Blanes y de Lloret.*—Escala 1:10.000. 1888.
  17. — n.º 304 A: *Plano del surgidero de Tossa.*—Escala 1:5.000. 1888.
  18. — n.º 305 A: *Plano del puerto de San Felíu de Guixols.*—Escala 1:5.000. 1889.
  19. — n.º 876. Hoja XVI: *Desde el cabo de Tossa hasta el cabo Cervera.*—Escala aproximada 1:100.000. 1893.
  20. DANTÍN CERECEDA, J.: *Acerca de la costra caliza superficial en los suelos áridos de España.*—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XVI, págs. 305-311, 3 figs. Madrid, 1916.
  21. FAURA Y SANS, M.: *Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña.*—Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo IX, págs. 5-202, 9 láminas, 19 grab., 3 cuadros. Madrid, 1913.
  22. — *Explicació de la fulla n.º 24. Sant Felíu de Guixols.*—Servei del Mapa Geologic de Catalunya, 85 págs., 59 figs. Barcelona, 1923.
  23. FONT Y SAGUÉ, N.: *Curs de Geologia dinámica y estratigráfica aplicada a Catalunya.*—1 vol. in 8, de 370 págs., 306 figs. Barcelona, 1905.
  24. GELABERT, J.: *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona.*—1 vol. in 12, de 120 págs., 1 mapa, 82 figs. San Felíu de Guixols, 1904.
  25. LLOPIS LLADÓ, N.: *Geología de la Costa Brava.*—But. C. E. Min., n.º 139, 8 págs. Barcelona, 1934.
  26. — *Los terrenos cuaternarios del llano de Barcelona.*—Publ. Excm. Diputación Prov. Barcelona. VI, 52 págs. y figs. Barcelona, 1942.
  27. — *Las condiciones geológicas de emergencia de los manantiales termales de Caldas de Malavella.*—Speleon, t. II, núm. 2-3, págs. 103-164, 9 figs., 1 mapa. Oviedo, 1951.

28. LLOPIS LLADÓ, N.: *Estudio hidrotectónico del valle de Caldas de Malavella.*—Speleon, t. II, núm. 2-3, págs. 103-164, 9 figs., 1 mapa. Oviedo, 1951.
29. — *Sobre las posibilidades de aplicación al estudio estructural de los métodos de microtectónica.*—Bol. Soc. Geol. Portugal, vol. IV, 47 págs., 4 láms., 14 figs. Lisboa, 1944.
30. MACAR, P.: *Le problème des sédiments.*—1935.
31. MAESTRE, A.: *Descripción geognóstica del distrito de Aragón y Cataluña.*—An. de Minas, vol. III, págs. 193-278. Madrid, 1845.
32. MALLADA, L.: *Explicación del Mapa Geológico de España. Tomo I: Rocas hipogénicas y sistema cristalino.*—Mem. Com. Mapa Geol. Esp., 558 páginas, 37 figs. Madrid, 1895.
33. MARCET RIBA, J.: *Edad geológica de los periodos eruptivos de las Gabarras y de la Costa Brava catalana.*—Mem. R. Ac. Cienc. y Art. Barcelona, 3.ª época, n.º 601, vol. XXIX, págs. 385-441, 7 láms. Barcelona, 1948.
34. MARCET, J., y SOLÉ, L.: *Explicación de la Hoja núm. 334, Gerona.*—Mapa Geol. Esp. 1:50.000. Madrid, 1949.
35. MARTÍNEZ QUINTANILLA, P.: *La provincia de Gerona.*—Datos estadísticos. 1886.
36. NIKIFOROFF, C. C.: *General trends of the Desert type of soil formation.*—Soil Sc., t. 43, págs. 105-125, 3 láms. 1937.
37. RIBERA, J.: *Observaciones sobre el cuaternario de la comarca del Maresme (Barcelona).*—Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barna. VII. Miscelánea Almería, pág. 213-293, 20 figs., 5 láms. 1945.
38. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *El vulcanismo en España.*—Bol. R. Ac. Ciencias y Art. Barcelona, 1918.
39. — *Catálogo de la colección de rocas, grandes bloques del Parque de Barcelona.*—Treb. Mus. Cienc. Nat. 1921.
40. — *Resumen geológico-geognóstico de la sierra de levante de la provincia de Barcelona.*—Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XV, págs. 445-455, 3 figs., 1 lám. 1929.
41. — *Novedades sobre petrografía de Cataluña. III: Eclogita de Llagostera. V: Sobre la edad relativa de las rocas que forman diques en la Cadena Costera Catalana.*—Mem. R. Ac. Cienc. Art. Barcelona, 3.ª ép., t. XXII, pág. 219-226, 2 láms. 1930.
42. — *Resumen geológico-geognóstico de la Costa Brava (Gerona).*—Asociación Esp. Progr. Cienc., Congr. Lisboa, págs. 1-22, 7 láms., 1 mapa. 1932.
43. — *La zona metamórfica de contacto del Cap Gros (Palamós).*—Treb. Mus. Cienc. Nat. Barcelona, vol. VI, n.º 7, 19 págs., 8 láms. 1934.
44. — *Las rocas eruptivas y metamórficas de la Costa Brava, entre Canyet y*

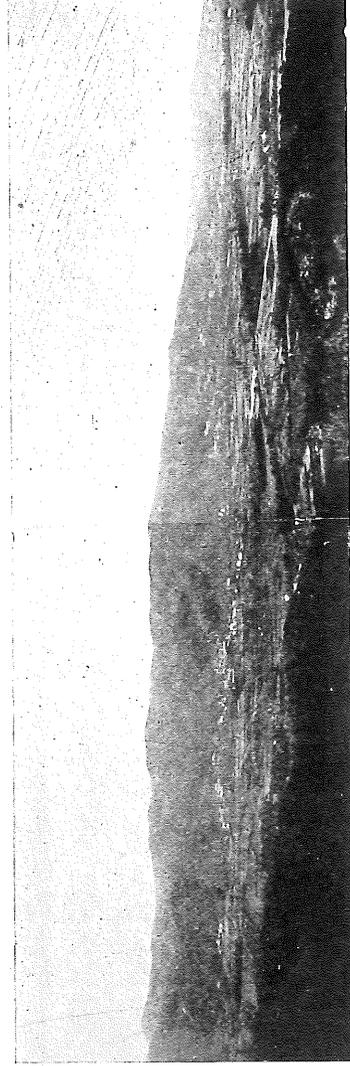
- Llafranc*.—Mem. R. Ac. Cienc. Art. Barcelona, 3.<sup>a</sup> ép., t. XXIII, páginas 381-410, 14 láms. 1934.
45. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Estudio de las rocas eruptivas y metamórficas de las manchas paleozoicas de la Hoja de Mataró*.—Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t. LIX (19 de la 3.<sup>a</sup> serie), págs. 221-364, 44 láms. 1946.
46. SCHRIEL, W.: *Der Geologische Bau der Katalonische Kustengebirge zwischen Ebromündung und Ampurdán*.—Abh. Gess. Wiss. Gottingen, Math-Phys K.-Neue folge, Bd. XIV, n.º 1, 79 págs., 11 láms., 29 figs. (Traducción española por M. San Miguel en «Publicaciones alemanas sobre geol. de España», C. S. I. C.) 1929.
47. SOLÉ SABARÍS, L.: *La llargada real de la costa catalana*.—But. C. E. Cat. n.º 433, 8 págs., 1 fig. 1933.
48. — *Características hidrogeológicas de los manantiales carbónicos de Gerona llamados «Fonts Picants»*.—An. Inst. Est. Gerund., vol. I, páginas 236-269. 6 figs. 1946.
49. SOLÉ, L., y LLOPIS, N.: *Terminación septentrional de la Cordillera Costera Catalana*.—Asoc. Etu. Géol. Med. Occ., IV, n.º 1, 87 págs., 22 figs., 1 mapa. Barcelona, 1939.
50. TEIXIDOR Y COS: *Reseña geológica de la provincia de Gerona*.—Mem. R. Academia Cienc. Art. Barcelona, 2.<sup>a</sup> ép., tomo I, págs. 257-295.
51. TOMÁS, L.: *Els minerals de Catalunya*.—Treb. Inst. Cat. Hist. Nat., 357 páginas, 37 figs. 1919-1920.
52. VIDAL, L. M.: *Estudio geológico de la estación termal de Caldas de Malavella (Gerona)*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. IX, págs. 65-91. 1882.
53. — *Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona*.—Bol. Comisión Mapa Geol. Esp., t. XIII, págs. 209-380, 25 figs., 1 mapa. 1886.

HOJA N.º 366.—SAN FELÚ DE GUÍXOLS

LÁM. I



*Superficie de erosión de Can Tallada, vista desde C. Durán.*



*Castell de Aro y Valle de Aro desde el cerro d'en Ribas.*

Fots. Llopis

HOJA N.º 366.—SAN FELÚ DE GUÍXOLS



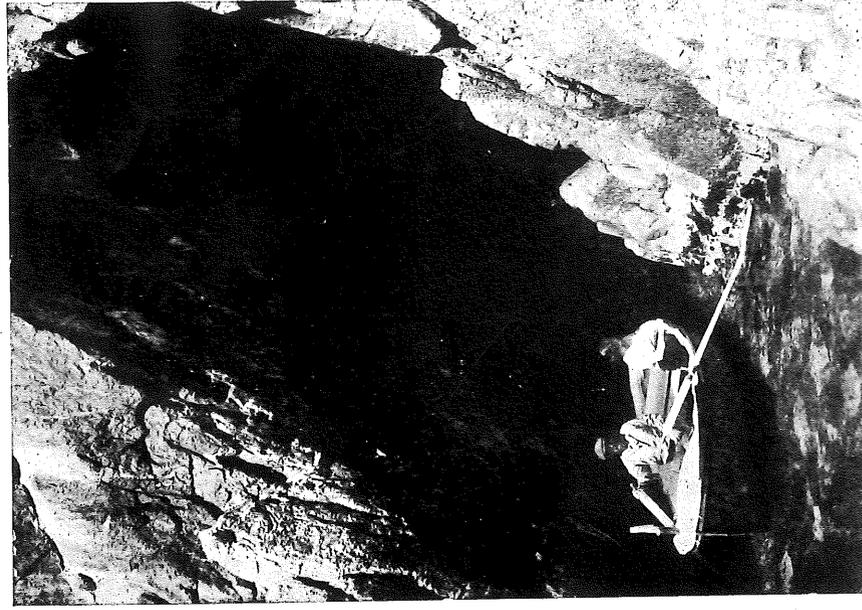
LÁM. II



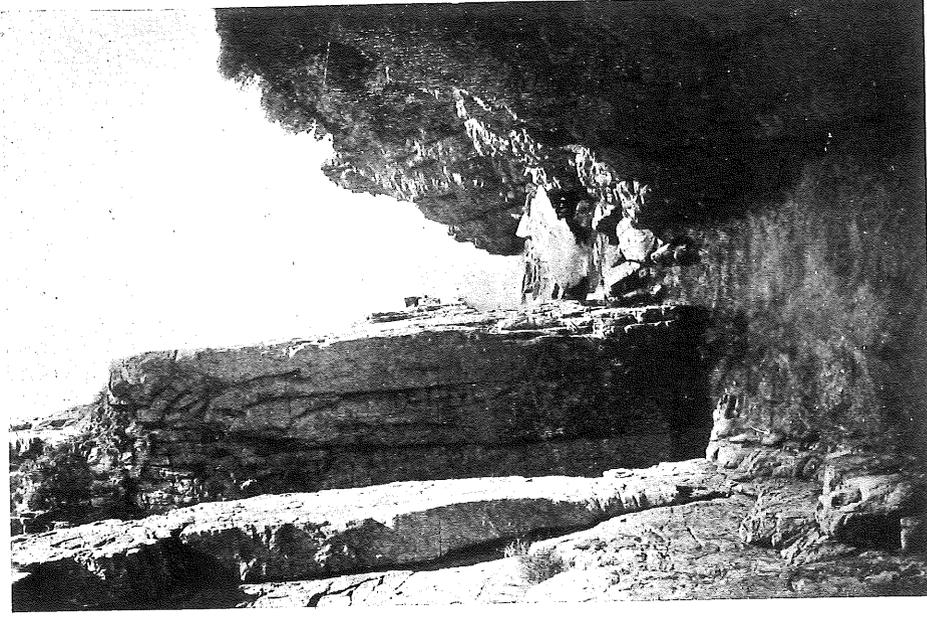
*Dos aspectos de la Pedralta de San Felú de Guixols. Se trata de una piedra movible que puede hacerse oscilar con una mano. Piedra caballera en el granito pegmatítico del macizo del Montclar.*

HOJA N.º 366.—SAN FELIU DE GUIXOLS

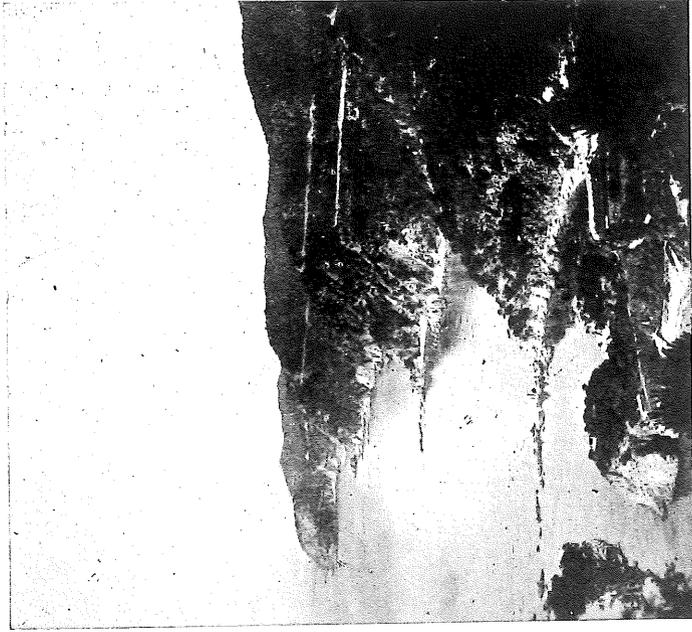
LÁM. III



*San Felú de Guixols. Cueva d'en Vilaya. Efectos de la  
abrasión marina sobre diques de tamprófidos.*  
Fot. Mauri

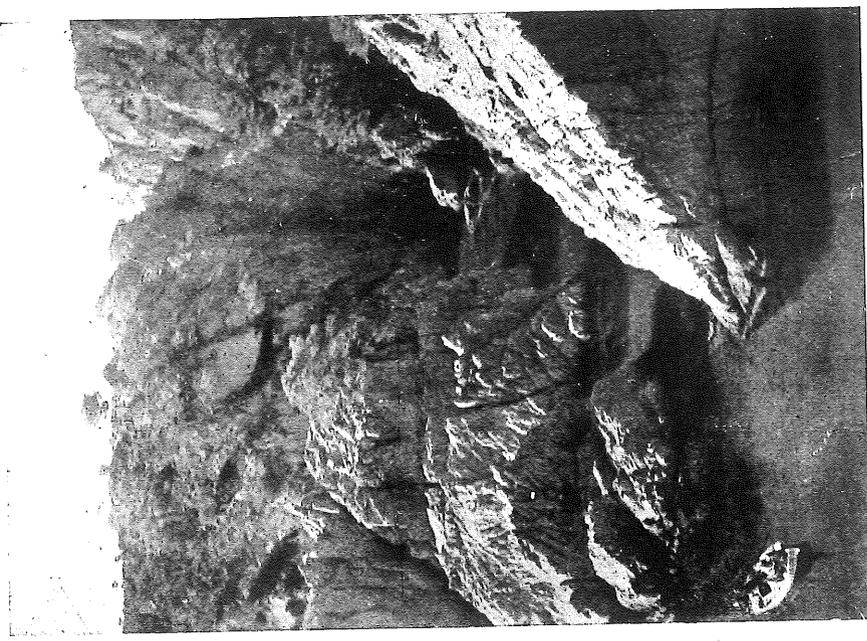


*Alrededores de S' Agaró. Acantilados del Garbí. Abrasión  
marina utilizando el sistema E. 15º N.*  
Fot. Zercowitz



*San Feliu de Guixols. Canyet y Puntas de Tossa. Obsérvese por encima de la zona afectada por la abrasión, el acantilado antiguo mutilado por la erosión subaérea.*

*Fot. Mauri*



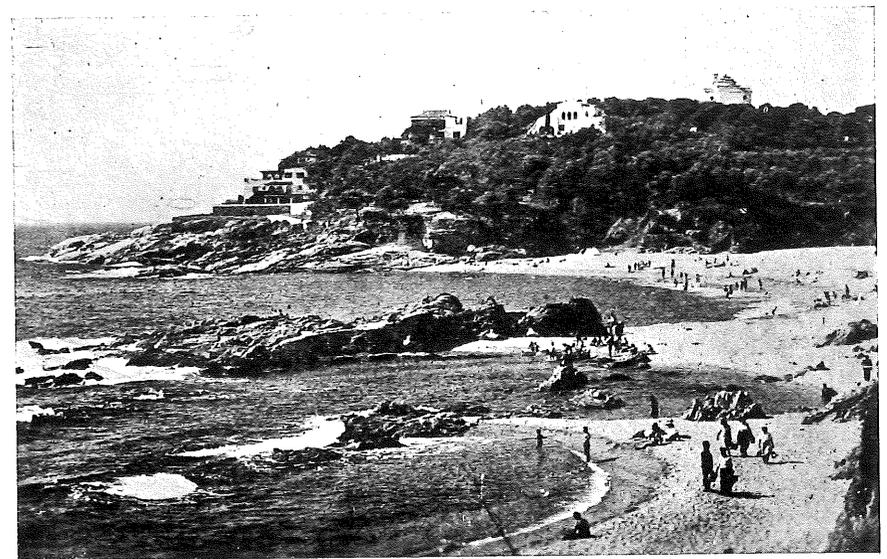
*Alrededores de S' Agaró. Diaclasas N. 30° E. buzando 50° NE. Se observa el sistema dominante E. 20° N., paralelo al papel, y el N.-S. subvertical, al que se debe la cueva del fondo.*

*Fot. Zercowitz*



*Alrededores de S'Agaró. Les Baleles. Arrecifes, islotes, puntas y «recs», orientados sobre el sistema de diaclasas E. 20° N.*

*Fot. Zercowitz*



*Cala Conca. S'Agaró. Islotes de la abrasión de tres metros, reunidos a tierra firme por la típica sedimentación en media luna.*

*Fot. Ribera*



*Fanals de Aro. Restos de la superficie de abrasión de 2-3 metros.*

*Fot. Ribera*



*S'Agaró. Punta del Mulá. Papel dominante de las diaclasas E. 20° N. en el granito pegmatítico.*

*Fot. Zercowitz*



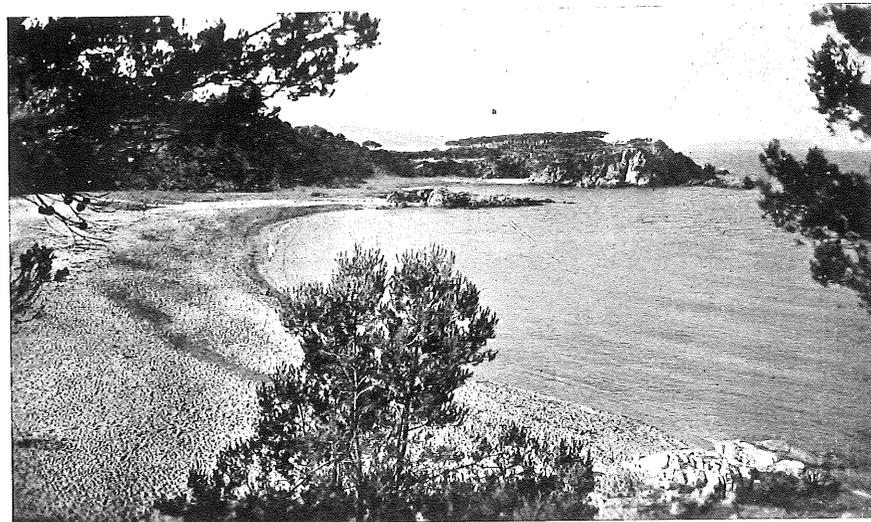
*San Felíu de Guíxols. Nivel de abrasión marina de 70 metros.*

*Fot. Ribera*



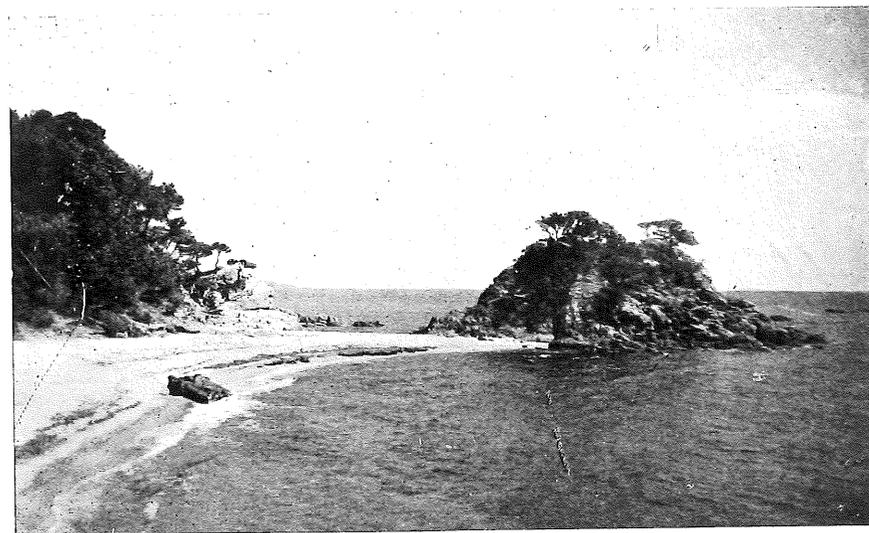
*San Felíu de Guíxols. Cala d'en Oliu. Diaclasas E. 20° N. en granito pegmatítico.  
Extremo E. de la Punta del Mulá. S'Agaró.*

*Fot. Mauri*



*San Felíu de Guíxols. Playa de la Conca y Punta Prima. Granito porfídico con diques de aplita. Tómbolo en formación en Punta Prima.*

*Fot. Gassó*



*Condado de Sant Jordi. Tómbolo en el granito porfídico rosado. San Felíu de Guíxols-Fanals de Aro.*

*Fot. Ribera*



*San Felíu de Guíxols. Playa de Sant Pol y Cala Maset. Granito pegmatítico con diaclasas N. 10° E.*



*Cala Atmeller (San Felíu de Guíxols). Granito pegmatítico.*

*Fots. Gasó*



*Montclar, Les Bervones y Plana Bavarda, desde el Puig d'en Cols. En el fondo, a la derecha, la superficie de erosión de Can Tallada. Relieves con tendencia a «pan de azúcar» en granitos dioríticos.*

*Fot. Ribera*



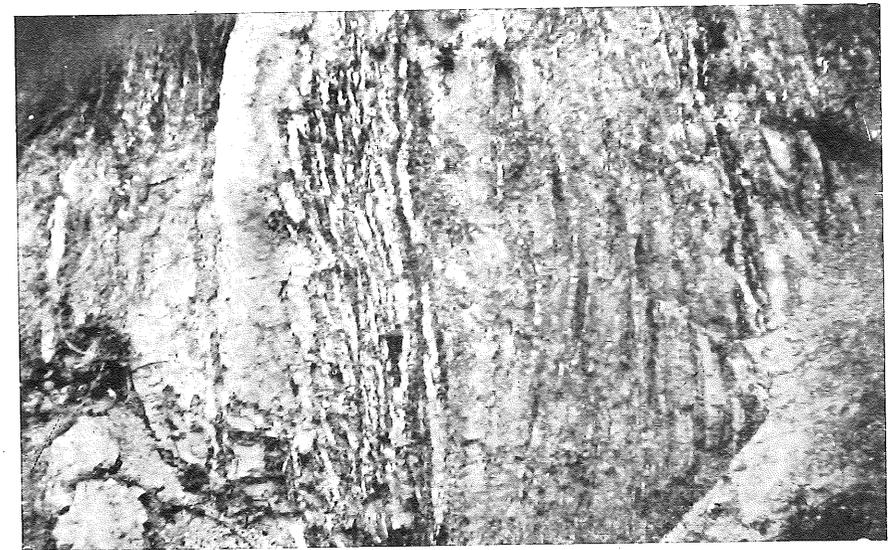
*Vista general de San Feliu de Guixols. Al fondo, el macizo de granito pegmatítico del Montclar. En primer término, superficie de abrasión de la casilla de salvamento.*

*Fot Mauri*



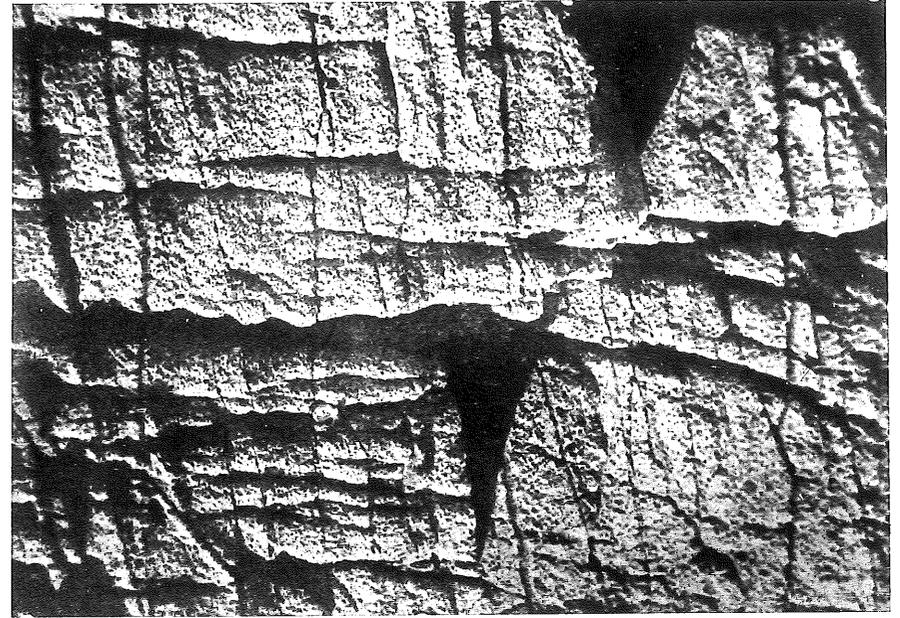
*Las arcillas pliocénicas de La Selva, en Can Plana.*

Fot. Llopis

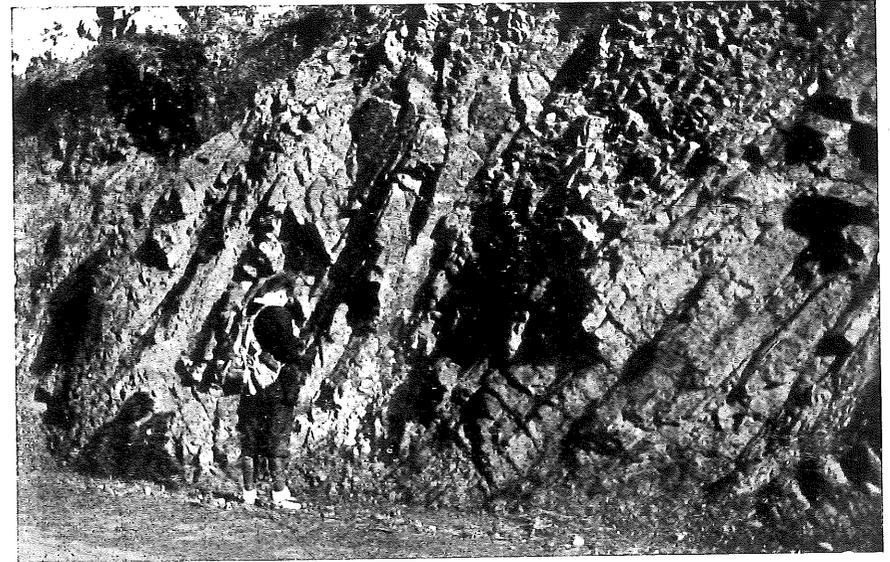


*Un detalle de las arcillas de Can Plana. Plioceno.*

Fot. Ribera



*Sistema Q de diaclasas transversales en el granito de la playa de Lloret de Mar.*



*Pizarras gollandienses con quastolite en el Km. 11 de la carretera de Tossa a Llagostera.*

*Fots. Llopis*